

283

2012ko otsaila

ELHUYAR

zientzia eta teknologia

4,50
euro



Elkarrizketa:

Fernando Cossío

Ikerbasqueko presidentea

**Fukushimaren
lezioa**



DNA EZ DA DENA



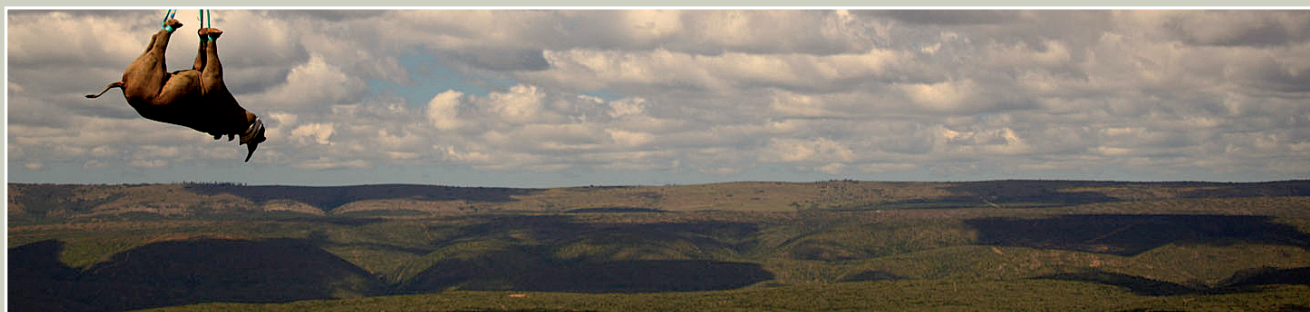
“**H**anaketatik zintzilik, helikopteroz garraiatu zituzten 19 errinozero” 4

“**E**rle erreginak eta langileek genoma berdina dute” 31

“**P**ertsona bakoitzak genoma bakarra du,
baina, epigenomak, 150 inguru” 33

“**N**ekez gertatzen direnak baztergarriak direla uste izatea okerra da” 36

“**I**a beti konponbidea berandu etorri ohi da” 38



DNA ez dena

“Pertsona bakoitzak genoma bakarra du, baina, epigenomak, 150 inguru. Zelula-mota bakoitzeko bat”. Manel Estellerren hitzak dira, zenbaki honetan epigenetikaz prestatu dugun erreportajearen parte hartu duen ikertzailearenak. Minbiziaren epigenetika ikertzen du Estellerrek, eta epigenetikaren arloak izan duen bilakaeraren adibidea da haren lana.

DNAren sekuentzia aldatu gabe, baina geneen espresioan eraginez, fenotipoan aldaerak agertzea eragiten duten mekanismoak biltzen ditu epigenetikak. Kontzeptua enbriologiari lotuta sortu zen 1930eko hamarkadan, Conrad Waddingtonen eskutik, geneen erregulazioak garapena nola modulatzeko. Enbriologian, epigenetikak deskribatzen du zer egiten duen biokimikak zelula eta genoma bakarretik abiatuta hainbeste zelula-mota eta organismo oso bat sortzeko; pertsona bat eta haren 150 epigenomak gure kasuan.

Enbriologiara mugatuta ere txundigarria da epigenetikaren mundua, baina epigenetikaren eragina ez da jaiotzan amaitzen, eta hala ulertzen da gaur egun ere ikerketa-arlo hori: banakoaren biziklo osoan gertatzen diren geneen erregulazio-prozesuak biltzen ditu barnean, eta hedapen horren bidetik iritsi dira Estellerren ikerketa-lerroak eta horiek bezalakoak. Izan ere, zeluletan gertatzen diren aldaketa epigenetikoek gaixotasunak eragin ditzakete, adibidez, minbizia. Edo marka epigenetiko desberdinen ondorioz, minbizia izateko alde aurretiko joera genetiko bera duten bi pertsonak bilakaera desberdina izan dezakete gaitzaren aurrean. Orain arte ez baitut esan, baina ingurunearen eraginpean aldatzea da epigenomaren ezaugarri nagusietako bat.

Hain justu ere, ingurunearekiko duen sentikortasunak dei zuzena egin dio gure irudimenari, eta genetikak ustez itxita zuen ate bat irekitzen ari da poliki-poliki. Inguruneak eta bizi-ohiturek ezaugarri epigenetikoetan eragin eta marka uzten badute, posible al da banako batean gertatutako aldaketa epigenetikoak ondorengoei transmititzea? posible al da gure guraso edo aitona-amonen bizimoduaren aztarnak gure zeluletan gordeta izatea?



Eider Carton Virto

*Elhuyar Zientzia
eta Teknologia
aldizkariaren
zuzendaria*

zientzia eta teknologia



Izotzezko penitenteak

Prozesioan doazen txano zuriz estalitako penitenteak dirudite. 4.000 metrotik gora sortzen diren izotzezko egitura bereziak dira. Zentimetro gutxi batzuetatik hasi eta bost metrorainokoak izan daitezke.

16



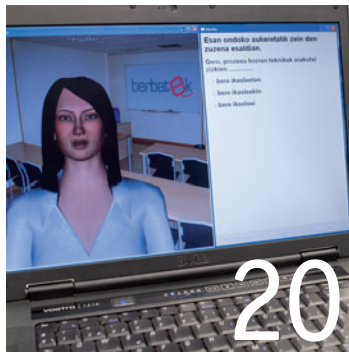
28

DNA EZ DA DENA

Biki monozigotikoek izaten dituzte bata bestetik bereizten dituzten ezaugarriak. Eta, adinean aurrera egin ahala, gero eta gehiago. Desberdintasun horiek, ordea, ez dituzte geneetan gordeta izaten; gene horien espresioan dago gakoa. Eta espresioan eragiten duen faktore-multzoari epigenoma deritzo.

Hizkuntza- teknologiak euskaraz

Berbatek proiektuaren helburuetako bat ikerketa erabilera praktikora bideratzea izan da. Hala, hiru demo sortu dira: zientzia eta teknologiako bilatzaile semantiko multimedia bat, dokumentalen bikoizketa automatikoko demo bat, eta hizkuntzen irakaskuntzarako tutore pertsonal bat.



ELKARRIZKETA

Fernando Cossío Ikerbasqueko presidentea

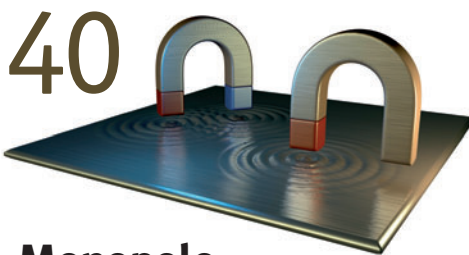
Euskadiko ikerkuntza lehiakorrago egiteko nazioarteko puntako ikertzaileak erakarri behar direla dio Fernando Cossío. Eta harrobia bultzatzea eta ibilbide zientifikorako azpiegitura-sare egokia eraikitzea beharrezko jotzen ditu.

34



Fukushimaren lezioa

Fukushimako hondamendiaren urteurrena iristear denean, kontuak aurkezteko garaia iritsi zaie zentralaren arduradunei eta Japoniako gobernuari. Bitarte horretan, zenbait adituk beren iritziak eta azterketak plazaratu dituzte, eta, askok Fukushimaoko lezio garrantzitsuren bat irakatsi diela aitortu dute.



Monopolo magnetikoaren bila

Fisikari batzuek esaten dute monopolo magnetikoak existitu behar duela, kalkulu teoriko batzuek hala adierazten dutelako; beste batzuek esaten dute fantasia bat besterik ez dela. Nolanahi ere, modako gaia da puntako laborategietan.

aurkibidea]

4 **FLASHA**
Errinozeroak airean

6 **ALBISTEAK**

16 **MUNDU IKUSGARRIA**
Penitente zuriak

20 **MUNDU DIGITALA**
BerbaTek: euskarazko hizkuntza-teknologiak martxan

24 **ELKARRIZKETA**
Fernando Cossío

28 **DNA EZ DA DENA**

34 **Fukushimaren lezioa**

40 **Polo bakarra, amets bat**

ANALISIA

44 **Eskisto-gasa, etorkizuna?**
INAKI IRAZABALBEITIA

46 **ISTORIOAK**
Aingiren sekretuak

48 **LIBURUTEGIA**
John Emsley eta gustura irakurtzen den kimika

49 **SATORRAK ILARGIAN**

51 **GAI LIBREAN**
Begiari begira
MAIALEN SISTIAGA

54 **ASTRONOMIA**

56 **HURRENGO ZENBAKIAN**

Errinozeroak airean

Lasaigarria eman, begiak bendatu, eta, hanketatik zintzilik, helikopteroz garraiatu zituzten 19 errinozero beltz Hego Afrikako WWF erakundeko kideek. Horixe da lur gorabeheratsuetan garraiatzean errinozeroek ahalik eta gutxiena sufritzeko aurkitu duten modurik onena. Hamar bat minutuko hegaldiak izan ziren, kamioiak zain zeuden lekuraino. Eta handik aurrerakoa kamioiz, Lurmutur Ekialdetik, Limpopora, 1.500 km guztira.

Errinozero beltza hedatzeko proiektua 2004an hasi zenetik, 120 errinozero inguru garraiatu dituzte. Hasieran, dena kamioiz egiten zuten, edo sareetan bilduta eramaten zituzten helikopteroz. Baina proiektuan parte hartzen duten albaitari guztiek uste dute askoz hobe dela txorkatiletatik lotuta airean eramatea: kamioian lur gorabeheratsuetan ibiltzea saihesten da, baita sareekin izaten diren arnasketa-arazoak ere; lasaigarrien eraginez leku zailtan erori direnak hartzea errazagoa da, eta azkarragoa ere bai. ARG.: MICHAEL RAIMONDO/WWF.





Cuencako Villar de Cañasen egingo dute hondakin nuklearren biltegia

Aldi baterakoa izango da, eta Espainiako zentralen hondakinak hartuko ditu

Prozesu luze baten ondoren, Espainiako Gobernuak erabaki du non egingo duen hondakin nuklearrentzako biltegia. Guadalajaran dauden José Cabrera eta Trilloko zentraletatik 100-155 km-ra dagoen Cuencako herri bat aukeratu dute, Villar de Cañas. Bi zentral horiek dira, hain justu, hondakinak azalean eta lehorrean gordeta dituzten Espainiako zentral bakarrik; gainerakoek desaktibazio-urmaeletan dituzte. Edonola ere, horiek ez dira nahikoak zentralek sortzen dituzten hondakin erradioaktiboak epe ertain-luzean gordetzeko, eta, arazo horri irtenbidea eman nahian, biltegi berria egingo dute Villar de Cañasen.

Hortaz, biltegi horrek Espainiako zentraletan sortzen diren erradioaktibitate-maila altuko hondakinak jaso eta gordeko ditu. Biltegi-mota horri ATC edo aldi baterako biltegi zentralizatu deitzen zaio: aldi baterakoa, 60 urtez gordeko dituelako hondakinak; biltegia, eraikin pasiboa delako; eta zentralizatua, Espainiako zentraletako hondakinak leku bakarrean bilduko dituelako.

Orain arte, Espainian dagoen biltegi zentralizatu bakarra El Cabrilekoa da (Kordoba). Han erradioaktibitate-maila ertaineko eta txikiko hondakinak gordetzen dira, bai zentraletatik datozenak, bai ospitaleetan, ikerketa-zentroetan eta industrian sortzen direnak. Zentraletan sortzen den material erradioaktibo nagusia, baina, erabiltzen den erregaia da, eta horren erradioaktibitate-maila altua da.

Hain zuzen, zentraletako erregaia uranio oxidoa da, eta erabili ondoren ere, beroaz gain, alfa, beta eta gamma erradiazioak igortzen ditu (erradiazio ionizatzailea).

Horrenbestez, Villar de Cañaseko biltegiak erabilitako 7.000 tona erregai gordeko ditu, eta baita zentralak itxi ahala geratuko diren beste material batzuk ere. Enresak du hondakinak kudeatzeko eta biltegia egiteko ardura, eta, haren arabera, erradiazio-isuriak eragozteko, hormigoizko 1,5 m-ko lodierako paretak izango ditu biltegiak, eta sortzen den beroa kanporatzeko hodie 45 m-ko garaiera hartuko dute.

Enresak nabarmendu duenez, instalazio erabat segurua da, kokatuta dagoen ingurua oso egonkorra delako geologikoki. Alabaina, erakunde ekologistek eta zenbait eragilek zalantzan jarri dute lekuaren segurtasuna, ez geologikoki ezegonkorra izateagatik, baizik eta uste dutelako hondakinak zentraletatik haraino garraiatzea arriskutsua izan daitekeela, Villar de Cañasek ez baitauka trenbiderik, eta, beraz, errepidez egin beharko delako garraioa.

Biltegiaren eta kokapenaren beste alderdi batzuek ere sortu dute aldekoen eta aurkakoen arteko eztabaida, baina Espainiako Gobernuaren erabakia behin betikoa da, eta, dena aurreikusita dagoen bezala ateratzen bada, 2015erako amaituta egongo da biltegia egiteko lehen fasea.

Ordurako, dena den, gainezka egongo dira Ascó 1 eta 2 zentraletako urmaelak (2013rako beteko dira, Enresaren arabera), eta beste zentraletakoak ere nahiko beteta egongo dira. Gainera, Vandellós 1 zentraletako hondakinak oraingoz Frantzian daude gordeta, Areva enpresaren ardurapean, baina dagoeneko amaitu da hitzartutako epea, eta laster itzuliko dituzte. Antzeko zerbait gertatzen da Britainia Handian gordeta dituzten Garoñako hondakinekin.

Bitartean, biltegi geologiko sakon bat egiteko pausoak ematen ari dira Frantzian. Biltegi horrek erradioaktibitate-maila ertaineko eta altuko hondakinak hartuko lituzke, eta epe luzean gordeko lituzke lur azpian. Aukeratutako lekua Meuse departamenduan dago, Frantziako ekialdean. Edonola ere, hondakinak ehun urteko epean berreskuratzeko aukera egotea eskatzen du Frantziako araudiak. ●



Havogeko biltegia (Herbehereak). Villar de Cañasen egingo dutena haren antzekoa izango da. ARG.: COVRA.

TEKNOPOLIS

Zientzia eta teknologiaren dibulgazio-magazina

etb 1 Igandeetan, 15:15ean

etb 2 Igandeetan, 10:30ean

etb 3 Asteazkenetan, 23:00etan.

Eta Interneten: <http://teknopolis.elhuyar.org>



BABESLEAK

EUSKO JAURLARITZA



GOBIERNO VASCO

HEZKUNTZA, UNIBERTSITATE
ETA IKERKETA SAILA

DEPARTAMENTO DE EDUCACION,
UNIVERSIDADES E INVESTIGACION

EUSKO JAURLARITZA



GOBIERNO VASCO

INDUSTRIA, MERKATARITZA
ETA TURISMO SAILA

DEPARTAMENTO DE INDUSTRIA,
COMERCIO Y TURISMO

ikerbasque
Basque Foundation for Science

MONDRAGON
UNIBERTSITATEA

emana la zabal zaku:
UPV - EHU



zientziaren
ELHUYAR
komunikazioa

Ostadar bikoitzaren sekretua

Zientzialariek aspaldi aurkitu zuten zein zen ostadar arrunta sortzeko sekretua. Alabaina, ostadar bikoitzarenak misterio bat izaten jarraitu du, duela gutxira arte. Hain zuzen, ostadar bikoitzak nola sortzen diren azaltzen duen artikulu bat argitaratu da *ACM Translation on Graphics* aldizkari espezializatuan.

Artikulu horren arabera, sekretua ur-tantaren itxuran dago: haizearen eraginez, euri-tanta handi batzuek itxura zapala hartzen dute. Argi-izpiek haietan jotzen dutenean, tanten geometria irregularra dela eta, argia bi angelutan islatuta ateratzen da. Horren ondorioz, bi ostadar agertzen dira zeruian. Ikertzaileek ordenagailu bidezko simulazioei esker lortu dute hori frogatzea. ●



ARG.: NICHOLAS/©ESKUBIDE BATZUK ERRESERBATUTA ⓘ ⓘ

Otso iberikoaren populazioek dibertsitate genetiko txikia dute

Otso iberikoa ez dago desagertzeko arrisku bizian, baina, Bartzelonako Unibertsitate Autonomoko eta Doñanako Estazio Biologikoko adituek egindako ikerketa baten arabera, arriskuan egotera irits daiteke, otso-taldeek dibertsitate genetiko txikia dutelako.

Egia da otsoaren populazioak gora egin duela azken urteetan. 60ko eta 70eko hamarkadetan minimo bat izan zuen; adituek kalkulatu dute 500 ale bizi zirela orduan, eta gerora kopuruak gora egin du. Gaur egun, uste dute 2.000 otso iberiko daudela, gutxi gorabehera. Hala ere, biologoak

kezkatuta daude, etorkizunean irauteko, ale asko izateaz gainera, espezie guztiek dibertsitate genetikoa izan behar dutelako. Populazioak isolatuta daudenean, elkarrekin gurutzatzeko aukerarik izan gabe, ez da gertatzen material genetikoaren trukerik, eta horrek endogamia-arazoak eragiten ditu.

Bartzelonako Unibertsitate Autonomoko eta Doñanako Estazio Biologikoko adituek otso iberikoaren populazioak XX. mende osoan zehar izan duen gainbehera aztertu dute, eta, horrekin batera, gaurko otso-taldeen azterketa genetikoak egin dituzte. Haien arabera, otsoaren egoera uste baino okerragoa izan zen 60ko eta 70eko hamarkadetan, eta horregatik dute gaur egun dibertsitate genetiko oso txikia. Taldeak Errusiako otsoak ere ikertu ditu, eta ikusi du hango populazioek ez dutela izan hemengoen adinako gainbehera eta haien dibertsitate genetikoa hobea dela. Eta hala izan arren, hango otso-taldeak ere nahiko isolatuak daude, eta epe luzean haiek ere arazo genetikoak izan litzakete. ●



ARG.: GABRIEL GONZALEZ

zure ziztada behar dugu

Hedabideen aldaketa sakonari indartsu heltzeko, egoera ekonomiko zailari erantzuteko eta BERRIA proiektuaren geroa ziurtatzeko, BERRIAzaleon komunitatea indartu nahi dugu. Erleak bezala, elkarlanean, gai garelako.

Informazio eguneratua eta euskarri gehiago:
www.berria.info/berrialaguna

Izan zaitez
berrialaguna

Honako ekarpen hau egin nahi diot
BERRIA HEDABIDEEN FUNDAZIOARI,
G71006795 IFK duena:
Adierazi X batez zure aukera

- | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| ☐ Urtean 100 € | ☐ Urtean 200 € |
| Aldi batean ☐ | Aldi batean ☐ |
| Lau zatitan ☐ | Lau zatitan ☐ |
- ☐ Urtean beste kopuru bat: €
- Aldi batean ☐
- Lau zatitan ☐
- 100 eurotik beherako kopuruetan
ordainketa aldi batean egingo da
- ☐ Hilean 10 €

Sinadura

Izen-abizenak:

Helbidea:

PK:

Herria:

Kontu zenbakia:

Tel.:

NA:

Posta elektronikoa:

Abenduaren 13ko 15/1999 Lege Organikoa, Datu Pertsonalak Babesteko, betetik, jakinarazten dizugu zure datu pertsonalak BERRIA HEDABIDEEN FUNDAZIOAREN fitxategi automatizatu batera pasatuko direla. Zure esku dago ikusteko, zuzentzeko, ezeztatzeko eta kontra egiteko eskubideak erabiltzea. Hala egin nahi izanez gero, idatzi helbide honetara: BERRIA HEDABIDEEN FUNDAZIOA, Iratxe Monastegia 45, 13. 31011 Iruñea.

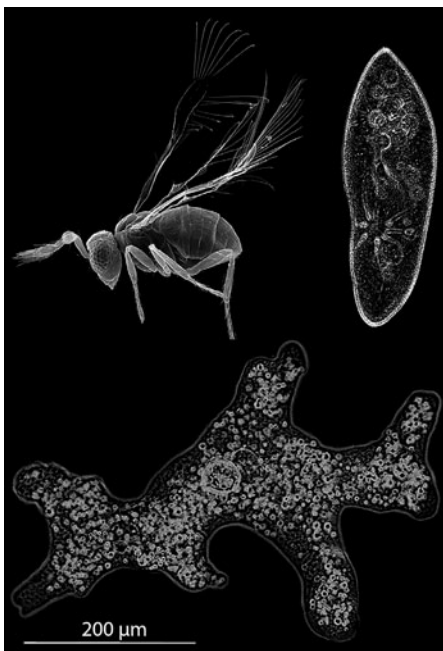
berria^{info}

berrialaguna izan nahi baduzu,
bete datuak eta helarazi:

- www.berria.info/berrialaguna
- **Postaz:** BERRIA. Martin Ugalde kultur parkea, z/g. 20140 - Andoain
- **Posta elektronikoz:** laguna@berria.info
- **Telefonoz:** 943-30 43 45

Intsekturik txikienak nukleorik gabeko neuronak ditu

Lomonosov Mosku Estatu Unibertsitateko ikertzaile batek *Arthropod Structure & Development* aldizkarian azaldu du nola moldatu dituzten *Megaphragma* generoko liztorrek nerbio-sistemako zelulak beren gorputzak organismo zelulabakarren neurietara parekatzeko (irudian paramezio baten eta ameba baten ondoan ageri da).



Megaphragma mymaripenne liztor bat paramezio baten eta ameba baten ondoan. ARG.: ALEXEY POLILOV.

Egindako ikerketan, ikusi dute ale helduetan nerbio-sistema zentralean neurona gehienek ez dutela nukleorik (ez gongoiletan, ez garunean). Hain zuzen, 339-372 neurona nukleodun bakarrik aurkitu dituzte liztor helduetan. Larbetan, aldiz, 7.400 neuronak dute nukleoa; larben garapeneko azkeneko fasean galtzen dute nukleoa. Ikertzaileak nabarmendu du ezen, nukleorik ez izan arren, intsektuok gai direla bai hegan egiteko bai ostalariak bilatzeko. ●

Sciencek atzera egin du neke kronikoaren auzian

Neke kronikoari buruz duela bi urte argitaratutako lan bat atzera bota du orain *Science* aldizkariak, “txostenean eta ateratako ondorioetan konfiantza galdu duelako”. Lan hartan, neke kronikoaren jatorrian XMRV birusa egon zitekeela eman zen aditzera, eta halaxe argitaratu zuen aldizkari honek 2009ko abenduko zenbakian. Hori baieztatu izan balitz, aurrerapauso bat zatekeen gaitza ezagutzeko eta tratamenduak bilatzeko bidean. Alabaina, txostenak hasieratik piztu zuen susmoa mundu osoko ikertzaileen artean, argitaratu ziren emaitzetan azaltzen zenaren

aurka haiek ez baitzuten topatzen birusaren arrastorik beren pazienteen odolean. Ikertzaileen ustez, txostenean azaltzen ziren ikerketan akatsak zeuden, eta, beraz, ondorioak ez ziren zuzenak.

Kritikak aintzat hartuta, *Science* aldizkaria txostenaren egileekin harremanetan jarri zen, zuzenketa bat eskatzeko. Aldizkariako editoreak adierazi duenez, ordea, egile guztiak ez zeuden okerra onartzeko prest. Horrenbestez, *Sciencek* ezohiko erabakia hartu du, eta, atzera bota du lan hura. ●

Gainazalean irudiak proiektu ditzaketen ukipen-lenteak sortu dituzte

Untxietan probatu dituzte lentillak, eta ez dute hauteman albo-ondoriorik

Washingtongo Unibertsitateko eta Finlandiako Aalto Unibertsitateko ikertzaile-talde batek gainazalean irudiak proiektu ditzaketen ukipen-lenteen prototipoak sortu dituzte. Oraingoz, pixel bakarra du gailuak, baina, ikertzaileek adierazi dutenez, nahikoa da funtzionatzeko duela frogatzeko. Azkenean, mezu motzak zuzenean erabiltzaileen begian bistaratu ahal izango direla diote.

“Lehenengo aldiz lortu dugu bizirik dagoen begi batean jarritako pantaila bat kablerik gabe elikatzea eta kontrolatzea”, adierazi du Babak Parviz Washingtongo Unibertsitateko ingeniartza elektrikoko irakasleak. Izan ere, sortutako lenteak untxi bizien begietan probatu dituzte, eta, *Journal of Micromechanics and Microengineering* aldizkarian adierazi dutenez, ez dute albo-ondoriorik hauteman untxien begietan.

Informazioa kablerik gabe jaso eta bistartzeko, ukipen-lenteak, batetik, antena bat du kanpoko

iturri batetik energia jasotzeko. Bestetik, zirkuitu bat du integratuta jasotako energia hori gordetzeko eta zafirozko txip garden batera transmititzeko. Txipak, azkenik, LED urdin bat du, milimetro-heren bateko diametrokoa. Gaur-gaurkoz, inon jarri gabe, metro bateko distantziaz jaso dezake lenteak beharrezko energia. Untxiaren begian jarrita, berri, bi zentimetrorako egon behar du energia-iturriak. ●



Untxi bat, gainazalean irudiak proiektu ditzaketen lentearekin. ARG.: WASHINGTONGO UNIBERTSITATEA.



Aldizkari bakarra, zuk nahi adina forma



Harpidetza Internet bidez egiteko,
sartu aldizkaria.elhuyar.org webgunean edo idatzi
mezu bat harpidetza@elhuyar.com helbidera.

Orain *Elhuyar Zientzia eta Teknologia* aldizkari
harpidedun eginez gero, aldizkaria hileroko etxean
jasotzeaz gain, **Interneteko edizio digitalera**
sarbidea izango duzu, prezio berean.
Etxean nahiz kalean zurekin eraman gaitzazun.

Elhuyar Zientzia eta Teknologia aldizkariaren
urteko harpidetza-saria: 49,50 euro lehenengo
urtean, eta 42 euro bigarren urtetik aurrera.

Edizio digitalera soilik harpidetu nahi baduzu,
urteko harpidetza-saria 19 euro da.

Harpidetza telefonoz egiteko,
hots egin **+34 943 36 30 40** zenbakira.



Atomoen arteko txandakako lasterketa: materia manipulatzeko modu berri bat

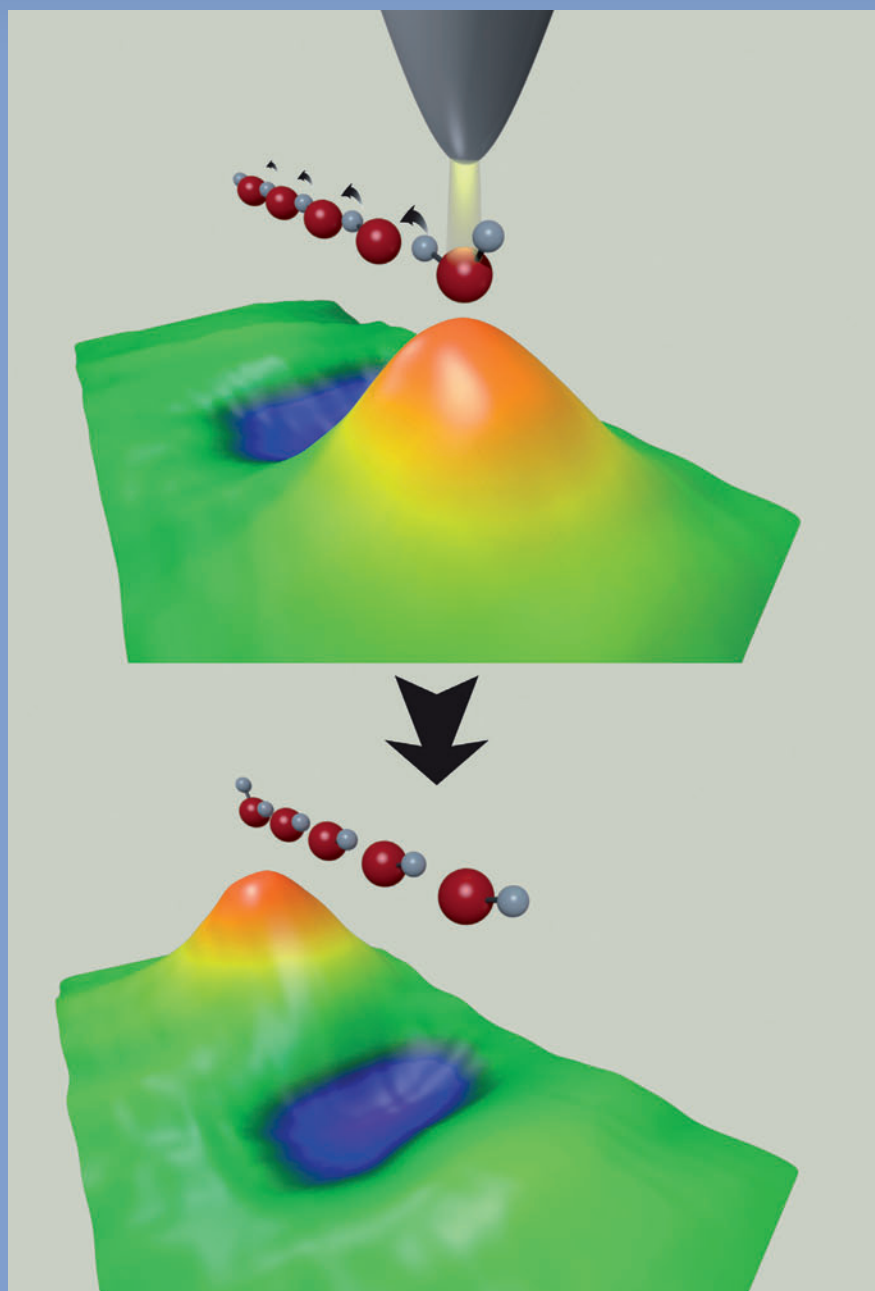
Donostiako eta Japoniako zientzialarien lankidetzari esker, espazio erreal batean behatu ahal izan zaie hidrogeno-atomoiei 'txandaka' erreakzionatzen. Materia manipulatzeko modu berri honek beste bide bat eskain dezake

informazio-trukeak sortzeko tresna molekular berrietan oinarritutako etorkizuneko elektronikan. Thomas Frederiksen doktorea Donostia International Physics Center-eko (DIPC) ikertzailea da, eta ikerketa-lan hori burutu duen lantaldeko kidea da.

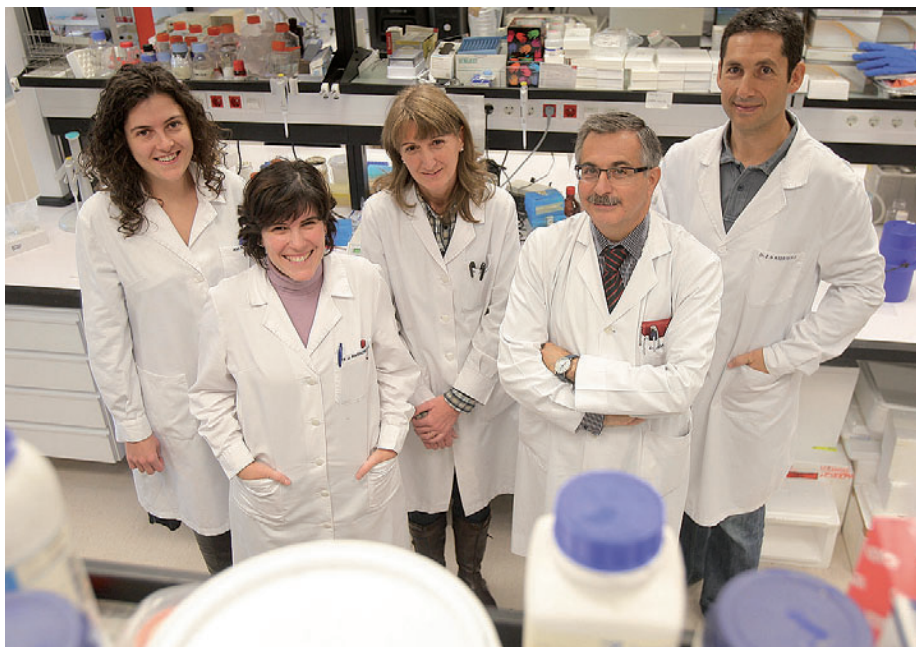
Ikerketaren emaitzak *Nature Materials* aldizkari ospetsuan argitaratu dira 2011ko azaroan.

Txandakako lasterketa batean, talde bakoitzeko kide bakoitzak bide-zati bat egiten du lekukoa gainean daramala, bere taldeko hurrengo kidearenganaino iritsi arte. Ondo definitutako bide bateko mutur batetik bestera zerbait elkarrekin garraiatzeko modu hori ez da soilik gizakiaren asmakuntza eta jarduera. Atomoen eskalan, hidrogeno-atomoen eta protoien garraioa errazteko mekanismoak ere izaten dira hidrogeno-zubien loturak gertatzen diren sareetan; ur likidoan, sistema biologikoetan eta konposatu funtzionaletan, esaterako. Aldiz, oso zaila da halako transferentzia-prozedurak zuzenean ikustea egoera horietan, kontuan hartuta zer medio konplexutan gertatzen diren.

Donostiako eta Japoniako zientzialariak ohartu dira txandakako erreakzioak gainazal metaliko batean mihiztatutako kate molekularretan ere gertatzen direla. Urrats berri horrek atomoen eskalan gertatzen diren 'txandakako' erreakzioak hobeto ulertzen lagundu die ikertzaileei, eta, tunel-efektuko mikroskopia erabilita, prozesua ikustea lortu dute. Molekula-kate baten mutur batean dagoen ur-molekula bati elektro-pultsu bat bidalita, hidrogeno-atomoak banan-banan barreiatzen dira katean zehar, domino-piezak balira bezala. Emaitza da hidrogeno-atomoa katearen mutur batetik bestera transferitzea txandakako mekanismo horren bidez. Oinarritzko arazo bat hobeto ulertzen lagundu du molekula-kateetan zeharreko atomo-transferentzien gainean erakutsi den kontrol horrek, eta, hori ez ezik, aukera berriak irekitzen ditu aurkikuntzak informazio-trukeak hidrogeno-atomoen zirkulazioaren bidez eragiteko tresna molekular berrietan oinarritutako etorkizuneko elektronikan. ●



Atomoen 'txandakako' erreakzioen prozeduraren irudia. ARG.: H. OKUYAMA.



Ana Purroy, Jaione Barrenetxe, Josune Orbe, José Antonio Páramo eta José Antonio Rodríguez
CIMAko ikertzaileak. ARG.: NAFARROAKO UNIBERTSITATEA.

Iktusa tratatzeko molekula berri bat aurkitu dute

Nafarroako Unibertsitateko Ikerketa Mediko Aplikatuaren Zentroko (CIMA) ikertzaileek iktusak eragiten dituen tronboak deuseztatzeko gai den molekula bat (MMP-10) aurkitu dute. Caengo Neurozientziak Unitateko (Frantzia) eta Washington Unibertsitateko (AEB) ikertzaileekin elkarlanean egin dute ikerketa, eta *Circulation* aldizkarian argitaratu dituzte emaitzak.

Iktus iskemikoa gaixotasun baskular bat da. Odol-isuria eragotzen duten garuneko arteria nagusi batean odolbildu bat agertzen denean sortzen da, eta garuneko lesio bat eragiten du bat-batean. Kaltetzen den garuneko eremuaren arabera, sintomak askotarikoak izan daitezke, oinez ibiltzeko zailtasunak, zorabioa, oreka edota koordinazio-galera, gorputz-adarretako paralisia eta hitz egiteko arazoak, besteak beste”, azaldu du José Antonio Páramok, CIMAko Aterosklerosi eta Inflamazio Laborategiko zuzendariak.

Iktus iskemiko akutua diagnostikatzean, koagulu hori deuseztatzeko gai diren botikak, hala nola t-PA, hartu behar dira garaiz (sintomak igarri eta lehenengo 4 orduetan). Hala ere, botika hori ez dago albo-ondorioetatik salbu, garuneko hemorragia izateko arriskutik libre, alegia. “Gure lanean, iktus iskemikoa duten eredu esperimentaletan egindako lanean hain zuzen ere, egiaztatu dugu MMP-10 molekula ohiko tratamendua bezain eraginkorra dela infartuaren tamaina murrizteko, eta, gainera, odoluste-arriskua 30 aldiz txikiagoa dela. Emaitza horiek aukera berriak irekitzen dituzte iktus bat duten gaixoentzat”, azaldu du Josune Orbek, azterketaren ikertzaile nagusiak.

Orain, MMP-10 molekula eta ohiko botika dosi txikitari konbinatuz, efektu bera baina arazo hemorragiko gutxiagorekin lortzen ote den edo ez aztertzeraz bideratu dituzte ikerketak. ●

Aldizkariaren urteko aleen bilduma egiteko azalak

ELHUYAR
Zientzia eta teknologia

2011 77.781

Eskaerak:
eskaerak@elhuyar.com
tel.: +34 943 36 30 40



zientziaren
ELHUYAR
komunikazioa

Bizkarroiek egin dute indar handiena gizakion gene-aldakortasunean

Patogenoetara egokitzea hautespen naturalaren eragile handiena da, klima eta dieta baino gehiago

Patogenoak izan dira gizakion hautespen naturalean gehien eragin duten inguruneko faktoreak, eta, bereziki, zizare bizkarroiak. Ondorio horretara iritsi da Kaliforniako Unibertsitateko ikertzaile bat buru izan duen talde bat, *PLoS Genetics* aldizkarian berri eman duenez.

Beste eskualde batzuetara hedatzean, bertako klimara, elikagai-iturrira eta patogeno berrietara egokitu behar izan du gizakiak, eta ingurune bakoitzera hobekien egokitzen diren kideen aldaera genetikoak egin dira nagusi taldean.

Inguruneko hiru kondizio horien artean hautespen naturalean presio gehien zeinek egiten duen argitze aldera, 55 populaziotako 1.500 lagun aztertu zituzten ikertzaileek.

Populazio bakoitzean aldaera genetiko bakoitzaren maiztasuna kalkulatu zuten, eta eredu bat sortu, aldaeren banaketa aurreikus zezan. Ereduan, gainera, giza genomaren hautespen-presioa eragin dezaketenen hiru faktoreak sartu zituzten.

Ondoren, faktoreak banaka ezabatu zituzten eredutik, ikusteko zeinek zuen eragin handiena ereduaren aurreikusteko gaitasunean. Emaitzetan ohartu ziren hirurak zirela garrantzitsuak, baina indar handiena patogenoek egiten zutela. Patogenoen artean, badirudi zizare bizkarroiek eragin handiagoa dutela birusek eta bakterioek baino, mantoago

Schistosoma generoko zizare bizkarroia.
ARG.: BRUCE WETZEL
ETA HARRY SCHAEFER.



eboluzionatzen dutelako, eta, hortaz, denbora nahikoa ematen diotelako giza genomari haietatik babestu eta sortutako aldaera genetikoak finkatzeko. Eredua erabilita, ikertzaileek patogenoen aurreko erantzunari lotutako 103 gene identifikatu zituzten. Ikerketa horretan, zientzialariak jabetu dira patogenoei erantzuteko agertutako aldaera genetikoek, gainera, gaixotasun autoimmuneekiko sentiberago bihurtu gaituztela. Oraindik erabat baieztatu ez badute ere, ikertzaileen hipotesia da patogenoen eraginez immunitate-sistema agresiboagoa garatu dugula. Patogenorik egon ezean, beraz, litekeena da, ikertzaileen ustez, haietatik babesten gaituzten geneek gaixotasun autoimmuneak sortzea. ●



Bilduma batean bildu dituzte azken 30 urteotan Gipuzkoan egindako lan arkeologikoak

Zazpi liburuz osatutako bilduma batean batu dituzte azken 30 urteotan Gipuzkoan egin diren lan arkeologiko guztiak. Gipuzkoako Foru Aldundiko Kultura, Gazteria eta Kirol Sailak abian jarritako ekimena izan da eta Foru Aldundiko arkeologia-teknikaria eta Aranzadiko kide den Carlos Olatxeak koordinatu du argitalpena. Egileen artean daude Alvaro Arrizabalaga, Joxean Mujika, Xabier Peñarler, Merche Urteaga, Alfredo Moraza eta Beatriz Herreras.

Bildumak ehiztari-biltzaileen garaitik hasi eta, zazpi geltokiren bitartez, industria-garaira eramango du irakurlea. Lehenengo alean, Paleolitoari buruzkoan, Lezetxiki, Praileaitz, Irikaitz eta Astigarragako aztarnategietan izan diren azken aurkikuntzak azaldu dituzte idazleek. Gero aurreneko nekazari eta abeltzainen garaia dator, eta gure mendietan utzi zituzten megalitoen azken aurkikuntzen berri ematen dute. Hirugarren geltokia Burdin Arokoa da, non Intxur, Basagain eta Munoandiren bitartez lehen herrixka harresidunen berri izango dugun. Jarraian, arkeologia erromatarrek, Erdi Arokoak eta XVI., XVII. eta XVIII. mendeetakoek hartuko dute erreleboa, Industria Arkeologiarekin bukatzeko. Liburu bakoitzean, 180 argazkitik gora sartu dira. ●

BIHARKO JAKINTZAGAU

ZIENTZIA ETA TEKNOLOGIAREN HIZTEGI ENTZIKLOPEDIKOA

ELHUYAR ZIENTZIA ETA TEKNOLOGIAREN HIZTEGI ENTZIKLOPEDIKOA KALEAN

- ▶ Zientziaren eta teknologiaren arlo guztietako informazioa biltzen duen lehen hiztegi entziklopedikoa
- ▶ 200 aditu baino gehiagoren artean egina
- ▶ Ingelesa-euskara, gaztelania-euskara eta frantsesa-euskara terminoen zerrendak
- ▶ Artikulu entziklopedikoak eta irudiak



ELHUYAR
fundazioa



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea



CAJA LABORAL
EUSKADIKO KUTXA

% 5eko
deskontua
www.elhuyar.org
/edizioak
helbidean



A photograph of a desert landscape. The foreground and middle ground are filled with numerous white, irregular ice blocks of various sizes scattered across a reddish-brown sandy surface. In the background, a large, smooth, reddish-brown volcano rises against a clear blue sky. The overall scene is a stark contrast between the white ice and the red earth.

PENITENTE ZURIAK



ZENTIMETRO GUTXI BATZUETATIK HASI eta bost metroraingoak izan daitezke izotzezko penitente zuriak. Prozesioan doazen txano zuriz estalitako penitenteak gogora ekartzen dituztelako deitzen zaie horrela. Altitude handietan sortzen dira; adibidez, argazki hauetakoak bezala, Txileko Atacama basamortuaren erdian, 4.000 metrotik gora.

Penitenteak deskribatu zituen lehena Darwin izan zen, Txileko Santiagotik Argentinara bidean, penitentez jositako eremu batetik pasatu behar izan baitzuen. Hark idatzi zuen bertakoen ustez haize bortitzen eraginez sortzen zirela egitura bitxi haiek.

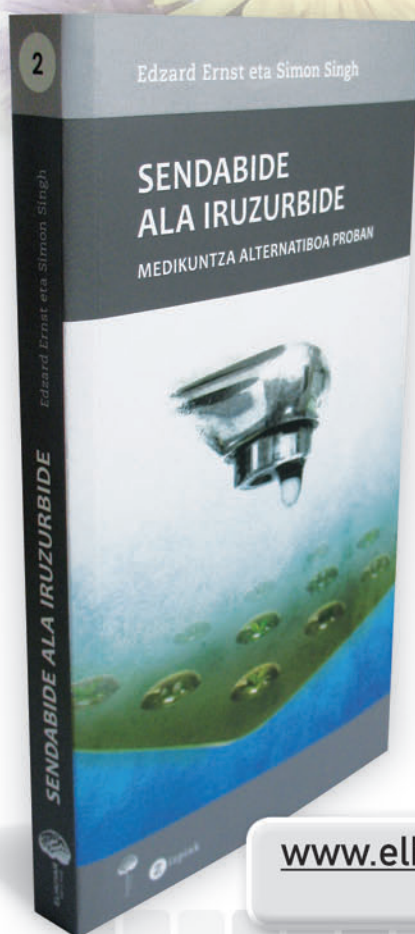
Baina, gerora frogatu denez, haizeak ez du ezer ikustekorik penitenteen sorreran, eguzkiak baizik. Lehendabizi, eguzki-izpien eraginez zulo txiki batzuk sortzen dira elur izoztuan. Eta, behin zulo horiek eratuta, eguzki-izpiak zuloaren paretetan islatuz erradiazioa zuloaren barruan kontzentratzen da. Horren ondorioz, sublimazioa azkartu egiten da zuloaren barruan. Hala, zuloa gero eta sakonagoa egiten da, eta zuloen tartean tente gelditzen dira izotzezko gailurrak; penitente zuriak. ●



KEVIN RAUCH



KEVIN RAUCH



**SENDABIDE
ALA IRUZURBIDE.
MEDIKUNTZA
ALTERNATIBOA PROBAN**

*Trick or Treatment?
Alternative Medicine
on Trial* liburuaren
euskarazko itzulpena.

**Egileak: Simon Singh eta
Edzard Ernst**

Eraginkorra ote da
medikuntza alternatiboa?
Proba zientifikoek
emandako ondorioak.

www.elhuyar.org/edizioak

% 20ko DESKONTUA:

- Elhuyar Fundazioko bazkideentzat
- Elhuyar Zientzia eta Teknologia aldizkariaren harpidedunentzat





IGOR LETURIA AZKARATE
Informatikaria eta ikertzailea

berbat**ek**

euskarazko hizkuntza- teknologiak martxan

Azken hiru urteotan, euskararentzako hizkuntza-teknologiak ikertzen eta garatzen aritu gara Euskal Herriko hainbat erakunde BerbaTek proiektuan. Eta, proiektuaren helburuetako bat izanik ikerketa erabilera praktikora bideratzea, hiru demo ere sortu ditugu: zientzia eta teknologiako bilatzaile semantiko multimedia bat, dokumentalen bikoizketa automatikoko demo bat, eta hizkuntzen irakaskuntzarako tutore pertsonal bat.

Azken ia hiru urte hauetan “Mundu digitala” atal honen jarraipena egin baduzu, konturatuta egongo zara hizkuntza-teknologiak gero eta garrantzitsuagoak izango direla gailu mugikor eta beti konektatutakoen munduan. Hitz egin dizuegu mundu berri horretan presentzia nabarmena duten (eta gero eta handiagoa izango duten) hainbat teknologiaz: web semantikoaz eta teknologia semantikoez, itzulpen automatikoaz eta corpusez, galderak erantzuteko sistemez, elkarrizketa-agenteez, bilatzaile adimendunez... Teknologia horiek oraindik bidea dute egiteko, baina zenbait kasutan erabilgarri izateko adina aurreratuta badaude eta gailu askok eta zerbitzu askok badituzte integratuta, hemen kontatu dizuegunez.

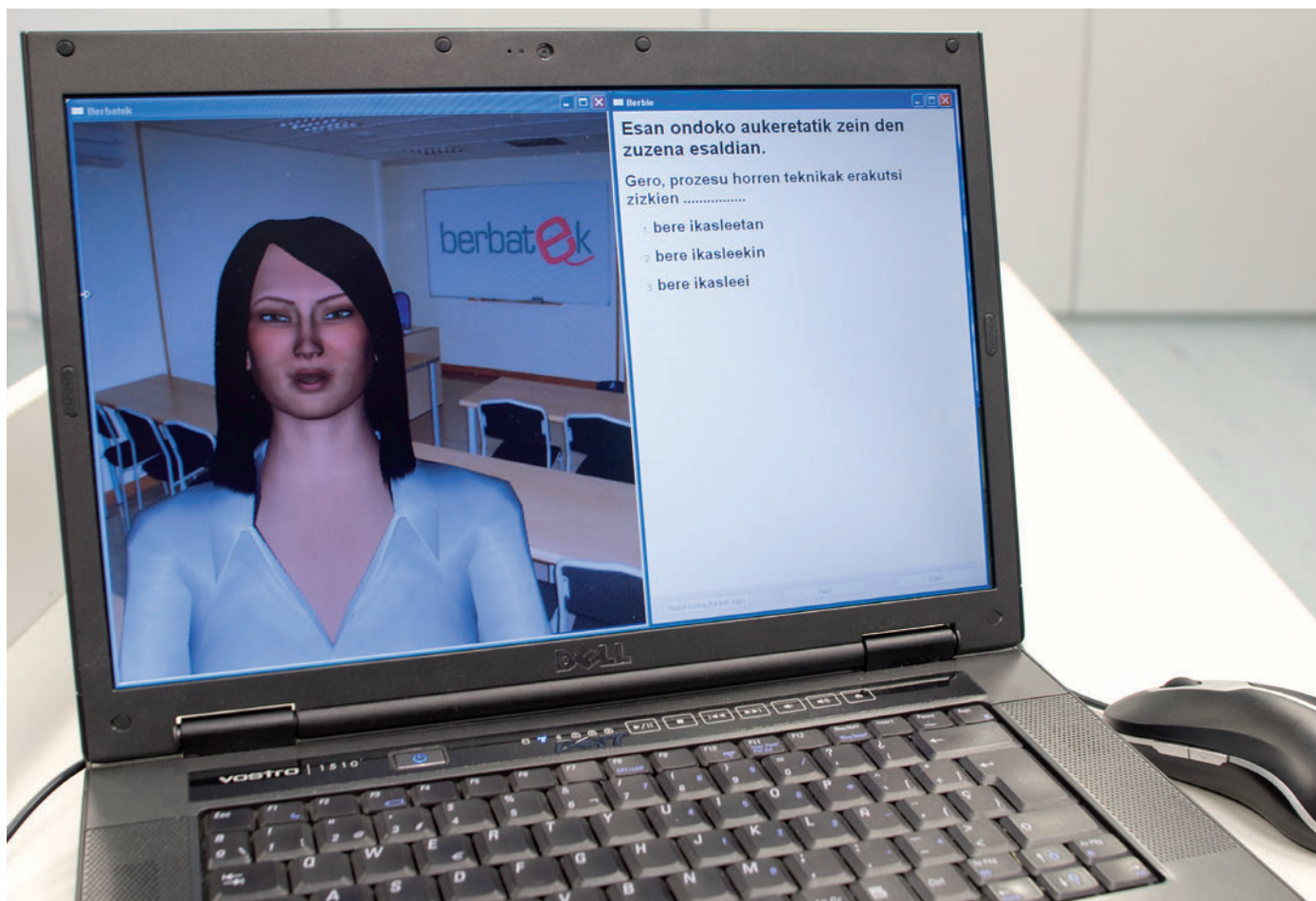
Baina, oro har, hizkuntza hedatuenentzat soilik daude martxan horrelakoak (ingelesez besterik ez sarritan); konpainia handiek ez dute interesik euskara horietan txertatzeko. Eta izango balute ere, ez daude prest teknologia horiek eus-

karara egokitzeko kostua beren gain hartzeko. Euskarara egokitze hori ez baita lan hutsala; batzuetan, oinarritzko ikerketa egin beharra dago, oinarritzko baliabideak garatu...

Bada horretan aritu gara Elhuyar Fundazioa, EHUko IXA eta Aholab ikerketa-taldeak, eta Vicomtech-IK4 eta Tecnalia teknologia-zentroak, BerbaTek proiektuaren barruan, 2009. eta 2011. urteen artean, euskararentzako (nagusiki) hizkuntza-, ahots- eta multimedia-teknologiak ikertzen. Eusko Jaurlaritzako Industria eta Kultura sailek finantzatu dute BerbaTek proiektuaren aurrekontuaren zati bat, Ertortek programaren bitartez.

 **Hizkuntza-teknologiak gero eta garrantzitsuagoak izango dira gailu mugikor eta beti konektatutakoen munduan.**

Ez da lehen aldia 5 erakunde horiek elkarlanean hizkuntza-teknologiaren ikerketan aritzen garena. Aurretik 2002-2004 aldian Hizking XXI proiektuan aritu ginen, eta 2006-2008 aldian, AnHitz proiektuan. Azken horren amaieran, zientzia-aditu birtual baten demo bat eraiki genuen, AnHitz izeneko hori ere: ahozko interak-



BerbaTek proiektuan sortutako hizkuntzen irakaskuntzarako demoa. ARG.: DANIEL SOLABARRIETA.

zioa zuen 3D avatar bat zen, zientziari buruzko galderei erantzuteko eta bilaketa eleaniztunak egiteko gai zena.

BerbaTek proiektuan, oinarritzko ikerketa handia egin dugu: oinarritzko baliabide eta tresna asko garatu edo hobetu ditugu (testu- edo ahots-corpusak, lexikoiak, hiztegiak, ontologiak, gramatika konputazionalak, analizatzaile morfosintaktikoak, ahots-ezagutza, ahots-sintesia, elkarriktaketa-sistemak...), eta hainbat teknologia landu ditugu (itzulpen automatikoa, informazio-bilaketa, informazio-erazketa, idazketan laguntzeko sistemak, ezagutzaren kudeaketa, galderei erantzuteko sistemak, tutore pertsonalak, e-learning sistemak, ahoskera zuzentzeko sistemak, ariketen eta adibideen erakitzeko automatikoa...). Eta bertan landutako teknologiak zenbait proiektu eta zerbitzutan erabili dira.

HIZKUNTZEN INDUSTRIAREN ZERBITZURA

BerbaTek proiektua ikerketa-proiektua bada ere, ikerketa horren erabilera praktikoa izan da

hasieratik guretzat helburu nagusietako bat. Eta praktikotasun hori hizkuntzen industriaren alorrean eman nahi izan diogu.

Hizkuntzen industriatzat ulertzen da hiru azpi-sektore hauek osatzen dutena: itzulpena (itzulpenak, lokalizazioak, interpretazioa, bikoizketa...), edukiak (argitaletxeak, komunikabideak...) eta irakaskuntza (hizkuntzen irakaskuntza, irakaskuntza arautua...). Euskal Herrian, duela gutxi hasi dira ematen lehen pausoak hizkuntzen industriaren sektorea egituratzeko: 2010ean, Langune hizkuntzen industriaren alorreko Euskal Herriko enpresen elkarteak sortu zen; 30 bazkide baino gehiago ditu. BerbaTek-eko kideek aktiboki hartu dute parte han sorreratik, eta industriaren eta elkartearen euskarri teknologiko izateko bokazioa du BerbaTek proiektuak.

BerbaTek-en landu diren teknologia askok zuzeneko aplikazioa dute hizkuntzen industriako hiru sektoretako batean, eta beste tresna, baliabide eta teknologia batzuk horietako edozeine-

 BerbaTek-en landu diren teknologia askok zuzeneko aplikazioa dute hizkuntzen industriako hiru sektoretako batean.



Tutore hori
emozioak adieraz
ditzakeen 3Dko
pertsonaia bat da,
euskaraz
mintzatzen da eta
euskaraz ahoz
esaten zaiona
ulertzen du.

tan aplikatzekoak dira edo beste teknologiak garatzeko oinarriak dira.

Eskemak adierazten du grafikoki hizkuntzen industria eta haren alorrak, eta BerbaTek-ek zer ekarpen egin diezaiokeen bakoitzari eta oro har.

DEMOAK

Esan bezala, BerbaTek-ek hizkuntzen industrian aplikazio praktikoa izateko bokazioa du, eta, horren erakusgarri, industria horren hiru azpisektoreentzat demo bana eraiki dugu teknologia ezberdinak konbinatuz.

Edukien arloan hizkuntza-teknologiek egin dezaketen ekarpenaren frogagarri, zientzia eta teknologiako bilatzaile semantiko multimedia bat egin dugu. Bilatzaile horrek Elhuyarrek eta IXA Taldeak eraikitako zientzia eta teknologiako WNTerm ontologia espezializatua du oinarri (zientzia eta teknologiaren alorreko kontzeptuak semantikoki erlazionatuta ageri diren sare bat, azpiklaseekin, sinonimoekin eta abar), eta Elhuyarren edukiaren gainean (Elhuyar aldizkariako irudi eta testuak, Teknopolis telebista-programako bideoak eta Norteko Ferrokarrilla irrat saioko audioak) funtzionatzen du. Tecnaliak garatutako teknologiaren bidez, termino bat bilatzen denean, ontologiaren bidez termino horren sinonimoak, azpiklaseak edo superklaseak dituzten edukiak ere bila daitezke. Gainera, emai-

tza irudi bat denean, antzeko irudiak ere ematen ditu, Vicomtech-IK4ren teknologia erabiliz.

Itzulpenaren alorrerako, dokumentalen bikoizketa automatikoko demo bat egin da. Filmak automatikoki bikoiztea erronka zaila da oraingoan (ahots asko, hizkera kolokiala, abiadura ezberdinak...), baina dokumental-mota batzuekin (hizlari bakarra, off-eko ahotsa, ezpaineekin koordinazioa ez da beharrezkoa edo garrantzitsua...) ongi funtzionatzen duen demo bat egin dugu. Gaztelaniaz dagoen dokumental bat eta han esaten denaren transkripzio bat emanik (transkripzio hori nahi bada automatikoki lor daiteke, merkatuan egon bai baitaude diktaketa-programak gaztelaniarako), Vicomtech-IK4ren denbora-lerrokatzearen teknologiaren bidez azpigitu-lu-fitxategi bat lortzen da (transkripzioa, baina esaldi bakoitzaren hasierako eta bukaerako uneekin). Gero, IXA Taldearen Matxin itzultzaile automatikoak euskarara itzultzen ditu azpigitu-luok, eta Aholab-en testu-ahots bihurketa-teknologiak euskarazko ahots sinkronizatua sortzen du. Demo hori arrakastaz aplikatu zaie Elhuyarrek egiten duen Teknopolis saioko hizlari bakarreko atalei.

Azkenik, irakaskuntzaren alorrerako, hizkuntzen irakaskuntzako tutore pertsonal baten demoa egin dugu. Tutore hori emozioak adieraz ditzakeen 3Dko pertsonaia bat da, Vicomtech-IK4k garatutakoa, euskaraz mintzatzen dena eta eus-

Itzulpena	Edukiak	Irakaskuntza
- Itzulpena - Lokalizazioa - Interpretazioa - Bikoizketa ...	- Terminologia, lexikografia - Argitaletxeak - Komunikabideak ...	- Hizkuntzen irakaskuntza - Irakaskuntza arautua - Master eta doktoregoak ...
- Itzulpen automatikoa - Itzulpen-memoriak - Ahots-ahots itzulpena - Bikoizketa automatikoa ...	- Informazioaren bilaketa (elebakarra, eleaniztuna, semantikoa, multimedia...) - Informazioaren erazketa - Zuzentzaileak - Ezagutzaren kudeaketa - Galderei erantzutea ...	- Tutore pertsonalak - E-learning sistemak - Ahoskatze-zuzentzaileak - Ariketa eta adibideen sorkuntza automatikoa ...

Hizkuntza-teknologiak: testu-corpusak, lexikoiak, hiztegiak eta ontologiak, gramatika konputazionalak, analizatzaile morfosintaktikoak, lengoia naturalaren prozesamendua...

Ahots-teknologiak: ahots-corpusak, ahotsaren ezagutza, ahotsen transformazioa, ahots-sintesia, elkarriketa-sistemak...

Multimedia-teknologia: irudien analisia...

berbatE

berbat**ek**

[es][en]

Azpituaketa
Teknologia
Parte-Hartzaileak

Bikoizketa automatikoaren demoa

pildoras20101205

TEKNOPOLIS

...eta nekearen sentsazioa atzeratu egin da.

01:03

Audio:

- Ezer ez
- Gaztelania
- Euskara

Azpituak:

- Ezer ez
- Gaztelania **ikusi**
- Euskara **ikusi**

Hautatu bideoa

Fitxategiak igo:

Bideoa: Aukeratu fitxategia Ez da fitxategirik hautatu

Audioa: Aukeratu fitxategia Ez da fitxategirik hautatu

Testua: Aukeratu fitxategia Ez da fitxategirik hautatu

Fitxategiak igo

Teknologia exekutatu:

Alineamendua Itzulpena Sintesia Aukeratu ahotsa

1
00:00:16,480 --> 00:00:19,390
El café de primera hora de la mañana. ¿Costumbre o...

2
00:00:19,390 --> 00:00:23,250
...necesidad? Seguramente las dos cosas: una necesidad...

3
00:00:23,250 --> 00:00:26,400
...forjada por la costumbre, y una costumbre derivada de la...

4
00:00:26,400 --> 00:00:26,990
...necesidad.

5
00:00:28,410 --> 00:00:31,840
La cafeína del café despierta el cuerpo y la mente. Ayuda a...

6
00:00:31,840 --> 00:00:34,520
...espabilarse, pero, en realidad, no se trata de un...

1
00:00:16,480 --> 00:00:19,775
Kafea, goizeko lehen orduan. Ohitura edo behar duzu?...

2
00:00:20,550 --> 00:00:21,350
...Ziurrenik bai:

3
00:00:22,560 --> 00:00:24,765
ohiturak sortutako premia bat, eta haletatik...

4
00:00:24,765 --> 00:00:26,255
...eratorritako ohitu beharra dagoela.

5
00:00:28,410 --> 00:00:30,655
Kafeina kafea eta burua gorputzean esnatu da.

6
00:00:31,520 --> 00:00:34,225
Espabilatzen du, baina, errealitatean, ez da...

Dokumentalen bikoizketa automatikorako demoa.

karaz ahoz esaten zaiona ulertzen duena, Aholab-en teknologiarik esker. Eta tutoreak hainbat gauzatan lagundu gaitzake: IXAren teknologiarik bidez, automatikoki sortutako gramatika-riketak (aditzak, deklinabidea...) edo ulermen-riketak (testu batean hutsuneak betetzea, hainbat aukera emanda) egin ditzakegu; ahoskera ebaluatzen digu, Aholab-en teknologiarik esker; edo idazketarako laguntzak ematen ditu (aditzen jokabidea, zenbakien idazketa, hiztegi-kontsultak...), IXA eta Elhuyarren teknologiarik bidez.

DIBULGAZIOA

BerbaTek proiektuan garrantzia ematen diogu, oinarriko ikerketaz eta aplikazio praktikoaz gainera, dibulgazioa egiteari. Guretat funtsezkoa da egindako lanaren berri ikerketako foro, kongresu eta aldizkari espezializatueta ematea, baina baita gizarte zabalarik hizkuntza- eta ahots-teknologiarik garrantzia erakustea eta euskararentzat arlo horretan egin ditugun lorpenak ezagutaraztea

ere. Azken helburu hori lortzeko, webgune bat egin dugu (<http://www.berbatek.com>), non, BerbaTek proiektuari buruzko informazio orokorra emateaz gainera, aldian-aldian bertan egindako aurrerapenen berri ematen baitugu. Eta horrez gainera, hizkuntza-teknologien munduan gertatzen dena ezagutarazten digu Hizkuntza, Ahots eta Multimedia Teknologien Behatokiaren bidez (beste webgune batzuetako albisteen batzaile bat), bai eta hemengo nahiz nazioarteko ekitaldi garrantzitsuenen berri eman ere Ekitaldien egutegiaren bidez.

Oso gustura eta harro gaude BerbaTek proiektuan lortutako emaitzekin. Baina euskarak hizkuntza-teknologietan eta, beraz, mundu digital berri horretan atzean gelditu nahi ez badu, oraindik gogor lan egitea tokatuko zaigu hurrengo urteetan ere. BerbaTek proiektua aurrera eraman dugun kide guztiok prest gaude erronka hori heltzeko. ●



FERNANDO COSSÍO

Ikerbasqueko presidentea

ARGAZKIAK: JON URBE/ARGAZKI PRESS

MANEX URRUZOLA ARRATE
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

“Egungo ikertzaileen curriculumak askoz hobeak dira, eta lehiakortasuna eta presioa, gero eta handiagoak”

Ikerbasque agentziaren arduradun izendatu zutenetik, kimikaren ikerkuntza eta zientzia-sistemaren kudeaketa bateratzen ditu Fernando Cossío. Euskadiko ikerkuntza lehiakorrago egiteko nazioarteko puntako ikertzaileak erakarri behar direla dio. Era berean, harrobia bultzatzea eta ibilbide zientifikorako azpiegitura-sare egokia eraikitzea beharrezko jotzen ditu.

Duela hiru urte Ikerbasqueko presidente izendatu zintuzten. Kimikarako denborarik geratzen zaizu?

Bai; izan ere, Ikerbasqueko lantaldea oso ona eta eraginkorra da. Kasu honetan, posible da ikerkuntza eta kudeaketa bateratzea.

Europako Batzordeak Ikerbasque saritu du Euskal Herriko ikerkuntza zientifikoaren garapenerako puntako ikertzaileak erakartzen egindako lanagatik. Zorionak.

Saiatu gara irizpideak eta baldintzak betetzen. Ebaluaketarako oso ongi finkaturiko prozedurak daude, eta guk pauso guztietan araudi horiek oso ongi jarraitu ditugu, emaitza bermatzeko.

Ikerbasque erakundeak euskal zientzia-sistema indartzea du helburu. Nola egiten da hori?

Zaila da. Kontuan izan behar da hemen duela 40 urte ikerkuntza ez zegoela oso garatuta. Eusko Jaurlaritza zientzia-sistema garatzen hasi zen duela 30 urte inguru. Nahiz eta oso historia laburra izan, garapena nabarmena da. Nire ustez, gaur hemen dugun ikerkuntza-maila duina da, eta esparru batzuetan oso ona da.

Nolakoa da Euskadiko ikerketaren egoera?

Natura-zientzia batzuk oso garatuta daude: fisika, kimika, matematika, biologia molekularra, biokimika... Esparru horietan une honetan daukagun ikerketa-maila ona da; izan ere, natura-zientzia horiek oso finkatuta daude, eta tradizio propioa daukate. Badaude beste arlo batzuk ere, berriagoak izan arren Euskadin oso garatuta daudenak: nanozientziak eta neurolinguistika, adibidez.

FERNANDO COSSÍO



Fernando Cossío (1.960) Kantabrian jaio eta Huescan hazi zen. Zaragozara joan zen kimika ikastera, eta handik Donostiara, EHUko Kimika Fakultatean doktoregoa egitera. Donostian ikasi zuen euskaraz. Frantzia eta Kalifornian doktorego ondoko egonaldia egin ondoren, EHUko Donostiako Kimika Fakultatera itzuli zen. Fakultate horretako dekanoa izan da, eta katedraduna da egun. EHUko errektoreorde ere izan da, eta hainbat sari jaso ditu bere ikerketa-ibilbidearengatik. 2009an Eusko Jaurlaritzaren Ikerbasque agentziako presidente izendatu zuten. Ikerbasque Euskadiko ikerkuntza zientifikoaren garapena du helburu, eta, horretarako, nazioarteko puntako ikertzaileak erakarri eta atxikitzen ditu.

Euskal Herrian zentro teknologiko ugari daude, eta azkenaldian punta-puntako instalazio zientifiko berri asko eraiki dira. Zer ibilbide ikusten diozu sare zientifiko horri?

Garrantzitsua da koordinatua dagoen kudeaketa martxan jartzea. Badugu zentro anitz dituen sare bat, eta zentro horien arteko koordinazioa garatzea oso garrantzitsua izango da. Baina zentroen autonomia bermatzea ere garrantzitsua da. Izan ere, sistema burokratiko bat martxan jartzen badugu, hori oso kaltegarria izan daiteke, bai zentroentzat, bai sarearentzat.

Etorkizunean izango da ikerketa-zentro guztientzat nahikoa masa kritiko, alegia, nahikoa ikertzaile, finantziario eta baliabide?

Zientzialariok beti pentsatzen dugu ez daukagula behar adina baliabide. Baina kontuan hartu behar da Euskal Herria txikia dela, eta, beraz, ezinezkoa da esparru guztietan beharrezko den masa kritikoa lortzea. Zein esparrutan gabiltzan ondoen eta zeinetan hobetu nahi dugun aukeratu beharra daukagu. Ezinezkoa da



den-dena ongi garatzea. Nik uste dut garatuen dauden arloetan ia lortu dugula beharrezko den masa kritikoa: Europako beste zentroen mailarekin parekatzeko, oraindik ikertzaile batzuk erakarri beharko ditugu; baina helburua gertu dago. Aldiz, beste arlo batzuetan, zaila izango da aipatzen didazun masa kritiko hori lortzea.

Zein dira zailtasuna duten arlo horiek?

Biomedikuntzaren arloan, adibidez, ikertzaileak erakartzeko gai izan behar dugu. Esparru hori oso garrantzitsua da, eta zerbait gehiago egin beharra daukagu beharrezkoa den ikerketa-maila lortzeko.

Nazioarteko adituak erakartzeko, urtero 20 lanpostu fin-koen eskaintza egiten du Ikerbasquek, eta, iaz, mundu guztiko 427 ikertzailek eman zuten izena.

Ikerbasque nazioarteko radarretan agertzen da. Zientziarako fundazio gisa, Ikerbasquek badu prestigioa, eta ikertzaileentzat oso interesgarria da. Azpimarratu nahi nuke 20 kontratazio egitea dela helburua, bai, baina gu-

retzat garrantzitsuena kalitatea dela. Horrek esan nahi du maila handiko ikertzaileak 13 badira, 13 horiek kontratatuko ditugula; ez dugu mailarik jaitsiko hogeira iristeko. Kalitatea da helburua, ez aurreikusitako zenbakia.

“Euskadik nazioarteko beste 200 ikertzaile erakarri beharko lituzke datozen urteetan, Europako biztanle-kopuruko ikertzaile-ratioetara iristeko”. Zerorrek esana da.

Hori topea litzateke. Orain arte 99 ikertzaile kontratatu ditugu. Lehen esan dudan bezala, guretzat maila da garrantzitsuena, eta ez zenbaki hutsa. Dena dela, ongi legoke helburu hori lortzea.

Desadostasunik topatu duzue hemengo ikertzaileen artean, kanpotik erakarritako ikertzaileen baldintzei dagokionez?

Bai, eta logikoa da, gainera. Ikertzaile batzuek esaten dute: “Zer egiten du Ikerbasquek hemen gauden ikertzaileon taldeak eta azpiegiturak hobetzeko?”. Alde batetik, gure asmoa izan da erakarritako zientzialariak beti hemengo ikerketa-talde batean integratzea; horrela ikerketa-talde horrek ikertzaileak dakarren esperientzia aprobetxatzeko. Ulergarria da hemengo ikertzaileek Ikerbasque ikertzaileek dituzten baldintzak nahi izatea; nik ere nahi nituzke, kasu batzuetan, behintzat. Baina masa kritikoa sortu beharra daukagu, eta, bestalde, aurrekontu-arazoak ditugu. Gustatuko litzaidake hemengo zientzialariei laguntza ematea, baina onartu behar dut gaur egun zaila dela.

“Biomedikuntzaren arloan, zerbait gehiago egin beharra daukagu, beharrezkoa den ikerketa-maila lortzeko”

Bestalde, ikerketa-zentroak askotan kexatzen dira bekadun aritzeko eta tesia egiteko bokazioak falta direla, eta horrek harrobia kolokan jartzen duela...

Bai, egia da hori. Lehen bazegoen baldintza bat zioena hemengo ikertzaileek ezin zutela Ikerbasque programetan parte hartu; baina guk baldintza hori kendu egin genuen. Orain hemengo ikertzaile gazte nahiz seniorek ere parte har dezakete gure programetan, baldin eta kontratu egonkorrik ez badute, behintzat. Gainera, harrobia bultzatzeko eta kanpoan dauden ikertzaile gazteak berreskuratzeko programa berri bat martxan jartzeko asmoa dugu. Badakigu oraingo hau ez dela garairik onena, baina ikertzaile gazteak erakartzeko programa garatuta dugu dagoeneko, eta, orain, proiektu berri hori lehenbailehen martxan jarri nahi dugu.

Bokazioak pizteko formularik onena behar bezalako soldata eta lan-baldintzak eskaintzea dela entzun genion Fisika-k Nobel saridun bati. Ados zaude?

Ez dut uste soldata denik irizpiderik garrantzitsuen. Beharrezkoa da soldata duina izatea, noski; baina ikerketa garatzeko baldintzek ere duinak izan behar dute. Horrek esan nahi du ibilbide zientifiko baten beharra dagoela, azpiegitura egokiak, kontaktuak, aldeko giro bat... Eta ikertzeko askatasuna ere beharrezkoa da. Ikerbasquen irizpidea bikaintasuna da, baina ez da arlorik mugatzen maila handiko ikerketa bada.

“Uiergarria da hemengo ikertzaileek Ikerbasque ikertzaileek dituzten baldintzak nahi izatea; nik ere nahi nituzke, kasu batzuetan, behintzat”

Doktorego-tesia egiten ari diren gazteek izango dute ibilbide zientifiko bat Euskal Herrian?

Zaila da bermatzea, jakina. Ibilbide zientifikoa hasi, doktoregoa egin, doktorego-ondoko egonaldia... denboraren poderioz posible da ibilbidea egonkortzea. Baina ez dut uste komeni denik hasieratik den-dena bermatuta edukitzea eta lanpostu finkoa izatea. Izan ere, pertsonak aldatzen joaten dira, baina garrantzitsua da inguruneak ikertzaileari aukerak eskaintzea interesatzen zaion bidea hartu ahal izateko.

Ikertzaile-karrerak bizimodu nomada dakar berarekin. Hala behar luke?

Bai, hasieran behintzat oso nomada da karrera hori. Baina ekidinezina da. Izan ere, zer lekutan ikas dezakezu nola egiten den bikaintasunezko zientzia? MITen, Harvarden, CERNen... Ezinbestekoa da hara joan eta ikastea. Kontua da han lortzen den esperientzia gero hemen aprobetxatzea. Nola? Ikertzaile horiek berreskuratuz.

Duela urte batzuk posible zen unibertsitatetik mugitu gabe katedradun izatea, baina gaur egun mugikortasun geografikoa ezinbesteko baldintza bihurtu da.

Bai, hala da. Eta, gainera, curriculumak askoz hobeak dira, eta lehiakortasuna gero eta handiagoa da. Eta presioa izugarria da.

Ikerkuntza behar bezala balioesten da gizartearen?

Baietz uste dut. Elhuyarrek egindako azterketaren arabera, adibidez, gizarteak oso ongi baloratzen ditu ikerketaileak. Beste kontu bat da gazteek ikerkuntza bizimodu gisa nola ikusten duten. Iruditzen zait lanbide

ezegonkor gisa ikusten dutela, bohemio samarra agian, eta beste lanbide batzuk egonkorrago eta errazago ikusten dituzte. Bi ikuspegi kontrajarri daude hor.

Arlo pertsonalean, ikerkuntzara lanaldi osoan itzultzea gus-tatuko litzaizuke, ala kudeaketan epe luzerako erronkak di-tuzu?

Niri gustatzen zaidana ikerkuntza da. Zorionez, Ikerbas-quen posible da kudeaketa eta ikerkuntza bateratzea. Dena dela, uste dut zientzialariok zientziaren kudeake-tan parte hartu behar dugula. Hori da nire ekarpena. Da-tozen urteotan beste zientzialari batzuk etorriko dira, ikerkuntzaren kudeaketan beren ekarpena egiteko. Uste dut gure erantzukizuna dela, kudeaketak garrantzia bai-tu. Ikerkuntza eta kudeaketa, biak dira garrantzitsuak, eta zientzialariok konpromisoa hartu beharko genuke zientziaren sistema kudeatzen laguntzeko. ●



A photograph of two men in a dance studio. The man on the left is in a dynamic pose, leaning back with one leg raised and arms extended. He is wearing a white tank top and light-colored trousers. The man on the right is partially visible, also in a similar pose, wearing a white shirt and light-colored trousers. They are holding hands, creating a sense of tension and balance. The background features large windows with a grid pattern, and the floor is made of polished wood.

Inguruneak
desberdin
egin dezake
berdina dena



OIHANE LAKAR IRAIZOZ
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

EPIGENETIKAK GENEEN ESPRESIOAN ERAGITEN DU,
BAINA HAI EK ALDATU GABE

DNA ez da DNA

Bi ur-tanta berdin ez dauden bezala, biki monozigotikoek ere izaten dituzte bata bestetik bereizten dituzten ezaugarriak. Desberdintasun horiek, ordea, ez dituzte geneetan gordeta izaten; genetikoki berdin-berdinak izaten dira anaia edo ahizpa bikiak. Gauza bera gertatzen da norbanako bakoitzaren zelulekin: zelula guztiek dute informazio genetiko bera. Kristalinoko zelulek, ordea, antz txikia dute urdaileko zelulekin, edo giharretako zelulekin. Desberdintasuna, kasu guztietan, informazio genetikoaren espresioan dago.

“Geneak gure osaeraren hitzak balira, epigenetika hitz-segida horiek ulergarri egiten dituzten zeinuak lirateke; alegia, ortografia eta gramatika. Horren eraginez, gene-aldaera berak kanpo-itxura desberdina eman diezaieke bi pertsonari”. Manel Esteller ikertzaileak eman du azalpen hori. Bellvitgeko Ikerketa Biomedikoko Institutuko ikertzailea da Esteller; zehazki, minbizia- ren epigenetikaren eta biologiarene programaren zuzendaria.

Definizioz, faktore epigenetikoak dira DNAREN sekuentzia aldatu gabe fenotipoan aldaerak agertzea eragiten duten faktoreak, geneen espresioan eragiten dutelako. Haien eraginez dituzte, besteak beste, gibleko zelulek eta bihotzekoek itxura eta funtzionamendu desberdina, eta, orobat, bikiak bata bestetik bereizten dituzten ezaugarriak. “Biki monozigotikoek ezin ho-

beki uzten dute agerian nola genetikoki berdin-berdinak diren banakoek ezaugarri desberdinak izan ditzaketen. Horrenbestez, eredu paregabeak dira aldaketa epigenetikoek fenotipoan duten eragina edo zeregina aztertzeke”, dio Estellerrek.

Faktore epigenetikoak geneak berak bezain garrantzitsutzat jotzen ditu Estellerrek. Geneak, eta genetika, oro har, askoz ezagunagoak dira, ordea, epigenetika baino. “Hainbat arrazoi daude horretarako —uste du Estellerrek—. Nagusia da genetika-azterketak askoz lehenago hasi zirela; Mendelek egin zituen lehenengoak, XIX. mendearen bukaeran. Epigenetika modernoa, berriz, 1980ko hamarkadan sortu zen. Susmoa egon, bazegoen, inguruneak nolabait geneekin hitz egiten zuela, eta ikusten zen gene berdinak zituizten pertsonen portaera eta gaixotasun desberdinak zitu-

tela. Baina ez zegoen azalpen biologikorik. Epigenetikak eman du azalpen biologikoa”.

DNAn ETA HAREN INGURUAN TXERTATZEN DIREN MARKAK

Geneen espresioan eragina izatea da gene batzuk espresatzea eta beste batzuk isiltzea. Horretarako, ez dago DNAREN sekuentzia aldatu beharrik, hau da, mutaziorik egin beharrik. Nahikoa da sekuentzian bertan, edo harengandik hurbil, espresioa bultzatuko edo etengo duten markak jartzea. Bi dira mekanismo epigenetiko nagusiak: metilazioa eta histonen azetilazioa.

Metilazioa zuzenean DNA-sekuentzian gertatzen da: zitosina baseari metilo talde bat eranstean zaio. Oro har, ondoan guanina basea duten zitosina asko dauden eskualdeetan gertatzen da metilazioa; eta base-konbinazio hori geneen eskualde promotorean egoten da. Bada, “metilazioa etengailu baten modukoa da: zitosinari lotzen zaionean, itzali egiten du gene horren espresioa”, argitu du Estellerrek.

Histonen azetilazioak, berriz, berez isilduta egon beharko luketen geneak espresatzea dakar. Aldaketa hori, izenak berak adierazten duen bezala, histonetan gertatzen da. Histonek proteina-multzo batzuk dira, DNARI paketatzen laguntzen diotenak. Izan ere, DNAk bi metroko luzera du, eta oso trinkotuta egon behar du zelulen nukleoan sartzeko. Bada, paketatze horretan, histonen inguruan kiribiltzen da DNA-harizpia (perlazko lepoko baten antza hartzen dute). Harizpia estuago edo lasaiago lot dakieke histonei, histonek duten azetilazio-mailaren arabera: azetilo taldeak lotzen badira histonetan, DNA lasaiago garatzen da.

DNAREN paketatze-maila hango geneen espresio-mailarekin lotuta dago: zenbat eta trinkoago egon, zailagoa da geneak espresatzea, trans-

kripzioaz arduratzen diren elementuak ezin zaizkiolako lotu DNA-sekuentziari. Aitzitik, lasaiago baldin badago, transkripzioaren aktibatzaileak lotu, eta geneen transkripzioa gerta daiteke.

EZINBESTEKOAK, ETA ALDAKORRAK

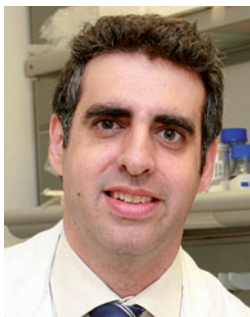
Metilazioak eta histonen azetilazioak eraginda, gene-aktibazio eta -desaktibazioak “ezinbestekoak dira —Estellerren esanean— bizirik irauteko; haiek gabe, garapenaren fase goiztiarretan hilko ginatke. Zelulen desberdintzapenean eragina izateaz gain, emakumezkoetan X kromosometako bat inaktibatzea ere mekanismo epigenetiko bidez egiten den zerbait da, adibidez”. Izatez, emakumezkoek X kromosomako geneen bi kopia dituzte, eta, gizonezkoek, berriz, bakarra. Bada, bi sexuetakoa banakoetan gene horien produktuen dosiak berak izan daitezten inaktibatzen da bi kromosometako bat emakumezkoetan.

“Susmoa egon, bazegoen, inguruneak nolabait geneekin hitz egiten zuela”

Bizidun bakoitzak patroi epigenetiko jakin bat du. “Espezie gisa patroi jakin bat dugu, *Homo sapiens* izatea ahalbidetzen diguna”, adierazi du Estellerrek. Eta patroi hori aldatuz joaten da adinean aurrera egin ahala: “Jaiotzean, epigenoma bat dugu; nerabezaroan, beste bat; eta helduaroan eta zahartzaroan, beste bat”, dio iker-tzaileak.

Gizakiok bakarrik ez; animalia askotan ikusi dira garapenarekin batera gertatzen diren aldaketa epigenetiko horiek. Har dezagun kontuan tximeleta bat. Tximeleta horrek jaiotzetik genoma jakin bat du, baina itxura erabat desberdina du metamorfosia gertatu baino lehen eta ondoren. “Patroi epigenetiko aldatuz doalako gertatzen da hori —dio Estellerrek—. Gauza bera ikus daiteke, adibidez, erleetan: Erle erreginak eta langileek genoma berdina dute; bakoitzaren patroi epigenetikoak eragiten du batzuen eta besteen itxura eta portaera hain desberdinak izatea”.

Zelulak bikoizten direnean, patroi epigenetiko eta guzti bikoizten dira. Hala, ehun horretako gainerako zelulen itxura hartzen dute. Bikoizketa-prozesuan, dena den, tarteka aldaketak gertatzen dira, eta ondorengo zelulek ez dute



Manel Esteller

Bellvitgeko Ikerketa Biomedikoko Institutuko ikertzailea da. Minbiziaren epigenetikaren eta biologiaren programaren zuzendaria. Nazioarteko erreferentia da epigenetikaren alorrean.
ARG.: MANEL ESTELLER.



Aztertze, sekuentziazioaren antzeko zerbait

Marka epigenomikoak aztertze eta desberdinen bat ote dagoen begiratzeko, sekuentziazioaren antzeko zerbait egiten dute, “baina neketsuagoa”, zehaztu du Manel Esteller Bellvitgeko Ikerketa Biomedikoko Institutuko ikertzaileak. Metilazioa da bi marka epigenetiko artean aztertutena, “aztertze ere errazena delako”, azaldu du Estellerrek. DNAn gene jakin baten sekuentzia irakurtzen den bezala, nukleotidoak banan-banan irakurtzen dira, metil-

zitosina bat aurkitu arte. Histonen kasuan, berriz, zelulen arteko konparazioa egiten da, eta ikusten da zeinek dituzten histonetan besteek ez dituzten azetilo taldeak.

Hala, pertsonen profil epigenetikoak ezagututa, azetilazio- eta metilazio-akatsak identifika daitezke, eta jakin daiteke, esate baterako, “zer eragin izango duten botika epigenetikoek (metilazioak edo azetilazioak jartzen eta kentzen dituzten botikek)”, argitu du ikertzaileak.

zehazki zelula “arbasoaren” patroia epigenetikoia. “Oso garbi ikusten da hori biki monozigotikoetan”, azaldu du Estellerrek. 2005ean bikiakin egindako ikerketa bat argitaratu zuen bere lankideekin batera PNAS aldizkarian. Han esaten zuten patroia epigenetikoia gero eta desberdinagoa dela bikietan zenbat eta gehiago zahartu.

Aldaketa horiek barneko zein kanpoko faktoreen eraginez gerta daitezkeela azaltzen du artikuluan: “Zelulen bikoizketan ere akats txikiak gerta daitezke zoriz, eta, horren eraginez, jatorrian berdin-berdinak ziren bi banako pixkanaka desberdindu joaten dira denborak aurrera egin ahala. Hala ere, bizi-ohiturek eta kanpofaktoreek, hala nola erretzeak, jarduera fisikoak edo dietak, epe luzean aldaketa epigenetikoak eragin ditzakete. Bikietan ikusi dugu desberdintasun epigenetiko gehiago zituztela zenbat eta zaharragoak izan, bizimodu desberdinagoak eraman, eta denbora gutxiago eman elkarrekin. Horrek agerian uzten du zer garrantzia duten ingurune faktoreek bi genotipo berdinetatik fenotipo desberdinak emateko”.

tximeleak genoma jakin bat dute jaiotzetik; patroia epigenetikoia da metamorfosia aldatzen dena.

Kanpo-faktoreei dagokienez, “Oro har, ikusi dugu geneetan aldaketak eragiten dituzten faktore edo agente berek eragin ditzaketela aldaketa epigenetikoak. Hau da, geneetan mutazioak eragiten dituzten faktoreek, halaber, metilazioak eta histonen azetilazioak eragin ditzakete”, zehaztu du Estellerrek.

Edonola ere, askoz ugariagoak dira eta askoz azkarrago gertatzen dira aldaketa epigenetikoak genotipo bakoitzaren. “Zailagoa da aldaketa genotipo bakoitzaren, milioika urteko eboluzioan ikasi egin baitugu genomako informazioa bere horretan gordetzen eta gertatzen diren akatsak zuzentzen —argitu du Estellerrek—. Aldiz, ez gara hain onak epigenoma zuzentzen. Izan ere, ez dute genomak bezain eragin handia bizirau-penean, eta zelulek ez dituzte garatu haiek zuzentzeko hainbeste mekanismo”.

EPIGENETIKA, GAIXOTASUNEI LOTUTA

Epigenomaren aldaketek gaixotasunak ere eragin ditzakete. Adibidez, minbizia. Hori da, hain zuzen, Manel Estellerren aztergaietako bat Bellvitge institutuan: “Minbizia da epigenetikari lotutako gaixotasun ezagunena, eta aitzinarazlea. Oso gaixotasun ohikoa delako izan daiteke hori, eta erraza delako aztertze laginak lortzea. 1995ean aurkitu zen lehen aldiz epigenetikoki aldatutako gene batek minbizia eragin zezakeela”.

Zelulak neurritz gain bikoiztea ekiditen duten geneak (tumor-ezabatzaile deritze) behar ez bezala metilatu badira, esate baterako, gene horiek isilduta gelditzen dira, eta ez dute beren funtzioa betetzen. Histonetan aldaketak gertatzea ere lotuta dago zelulen neurritz gaineko ugaritzearekin, eta, horrenbestez, baita minbi-ziarekin ere. Marka epigenetiko desberdinen eraginez gertatzen da, bestalde, mutazio genetikoki jakin baten eraginez minbizia izateko alde

Erdialdeko zitosen metilatuak dituen DNA-zati baten ilustrazioa. Metilatuak itzalgarriak dira geneentzat, eta haien espresioa isiltzen dute. ARG.: CHRISTOPH BOCK/MAX PLANCK INSTITUTE FOR INFORMATICS/© ESKUBIDE BATZUK ERRESERBATUTA ① ②

aurretiko joera bera duten bi pertsonari une desberdinetan agertzea minbizia, edo bati agertzea eta besteari ez.

Minbizia alde batera utzita, “azkenaldian epigenetikak eragindako beste gaixotasun batzuen azterketak ari dira aurrera egiten —dio Estellerrek—. Adibidez, gaixotasun autoimmunenak. Gaixotasun horietan, gorputzak bere proteinen kontrako antigorputzak sortzen ditu, proteina horiek sintetizatzen dituzten geneetan marka epigenetikoak ez direlako behar bezala kokatu. Halaber, neuroendekapenezko gaixotasunekin azterketa epigenetikoak egiten hasi dira berriki, bai eta gaixotasun kardiobaskularrekin ere”.

Aldaketa epigenetikoek gaixotasunekin duten lotura argituz joan ahala, agertuz doaz gaixotasun horien kontra egiteko botikak. Izan ere, aldaketa epigenetikoak itzulgarriak izan daitezke, kanpotik metilazio edo azetilazio aldrebesa zuzentzen baldin badira. Estellerrek adierazi duenez, gaur egun “bost botika epigenetiko daude onartuta Europan erabiltzeko, leuzemia-eta linfoma-mota batzuk tratatzeko. Medikamentuok DNaren metilazioa eta histonen desazetilazioa inhibitzen dute”.

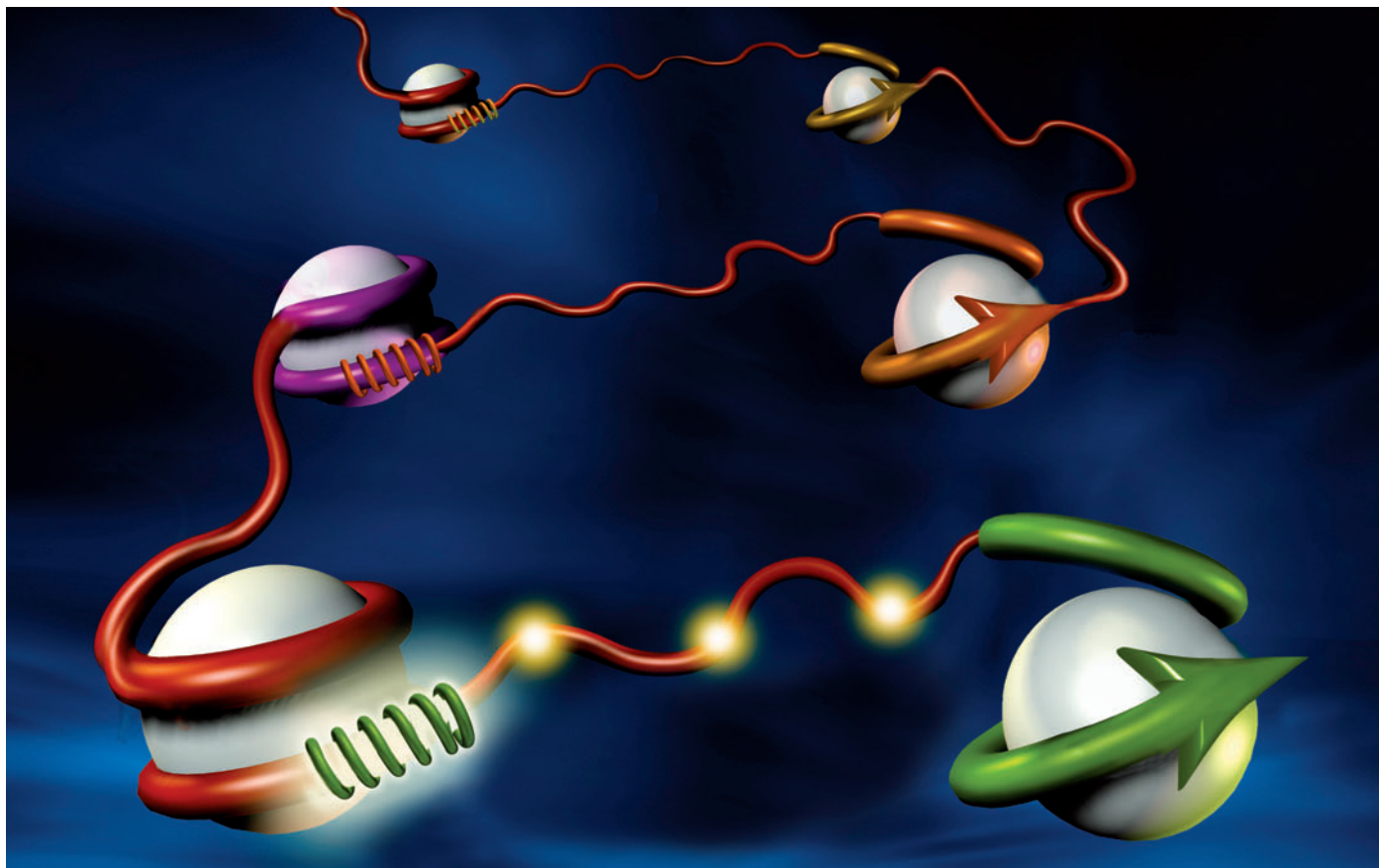
Botikez gainera, aldaketa epigenetikoak gaixotasunen adierazle gisa erabiltzen hasi dira dagoeneko ikertzaileak. “Kasu batzuetan aurkitu dugu metilatuta egon behar ez lukeen gene jakin bat metilatuta agertzeak pertsona horrek minbizia duela adierazten duela; edo gene bat metilatuta egoteak pertsona horrek kimioterapia-aren aurrean erantzun ona izango duela.

Aldaketa epigenetikoek gaixotasunekin duten lotura argituz joan ahala, agertuz doaz gaixotasun horien kontra egiteko botikak.

DNA-harizpia histona proteina-multzoetan kiribiltzen da (bola zuriak) behar adina paketatzeko. Oso estu lotzen den zatietan ez da genespresiorik gertatzen, eta lasaiago dagoen zatietan, berriki, bai.

IRUDIA: CHRISTINA ULLMAN/PENN STATE UNIVERSITY.

Aplikazio horiek guztiek oinarritzko ikerketa dute abiapuntu. “Oinarritzko ikerketan, aurkitu nahian gabilta zer mekanismok eragiten dituzten aldaketak, eta gizakion epigenoma-patroi guztiak deszifratu nahi ditugu”. Azkeneko helburu horretarako, Giza Epigenoma deritzon proiektua dago martxan, eta “gu haren kide



Astearteetan, 21:00etan

Eta Interneten:

<http://norteko.elhuyar.org/>

Posible al da aldaketa epigenetikoak heregarriak izatea?

Erantzun azkarra da ez dakigula baina baztertu ere ez dela baztertu hala izateko aukera: “Orain, puntako ikerketa-gaietako bat da ea posible den banako batek bizitzan izan dituen aldaketa epigenetikoak bere ondorengoei transmititzea —dio Bellvitgeko Ikerketa Biomedikoko Institutuko Manel Esteller ikertzaileak—. Horretarako, aldaketek zelula germinaletan gertatu beharko lukete (espermatoo eta oozitoetan)”.

Aukera horrek —hau da, belaunaldiz belaunaldi pasatzen diren aldaketak geneetatik harago egoiteak— Lamarckek proposatutako ideia berpiztu du, hein batean, ikertzaile askoren buruetan eta testuetan. Izan ere, hartutako ezaugarriak hurrengo belaunaldietara pasa daitezkeela uste zuen Lamarckek, eta hori zela eboluzioaren motorra. “Bizitzan hartutako marka epigenetikoak gurasoengandik seme-alabengana pasatzea posible izateak hain du kutsu lamarckar erakargarria, zaila baita determinismo genetikoaren balizko antidoto gisa ez hartzea”, dio Edinburgheko Unibertsitateko Adrian Bird ikertzaileak, *Nature* aldizkarian argitaratutako “Perceptions of epigenetics” artikuluan.

Alabaina, landare eta onddoetan ez bezala, ugaztunekin egindako ikerketetako datuak oso urriak direla ere azpimarratzen du artikulua berean: “Laborategian sortutako landare-barietate gehienak ohiko mutazioei zor bazaizkie ere —aldaketa epigenetiko bakoitzari bakoitza—, existitzen dira belaunaldietan zeharreko epigenetikaren adibide ondo dokumentatuak landare eta onddoen artean. Animalietan, aldiz, ezaugarri epigenetikoaren belaunaldietan zeharreko arteko transmisioa analisi genetiko oso sentikorrek erabilita bakarrik detektatu ahal izan da orain arte”. Ugaztunekin egindako ikerketetako datuak urriak izanagatik, epigenetika-mota honek jendearen irudimena harrapatu duela nabarmen du Birdek, ingurunearen eraginpean egon daitezkeen aldaketa printzipioz iraunkorrei buruz ari baikara hizketan, eta, horren ondorioz, inguruneak fisiologia eta portaeran duen epe luzeko eragina azaltzeko balizko mekanismo bat ikusi dute askok hor.

gara. Gizakion zelula-mota bakoitzaren epigenoma zein den zehaztea da azkeneko helburua. Izan ere, pertsona bakoitzak genoma bakarra du, baina, epigenomak, 150 inguru. Zelula-mota bakoitzeko bat”.

Dagoeneko zenbait zelula-motaren metiloma (metilazio-patroia) dago definituta, hala nola linfotitoena, koloneko zelulena eta zelula amabazuena. “Beraz, oraindik beste zelula batzuen metiloma argitzeke dugu, bai eta histonen aldaketa-patroi orokorra ere”, argitu du Estellerrek.●

Zientzia eta teknologia Euskadi Irratiaren sintonian, Guillermo Roaren eskutik



NORTEKO FERROKARRILLA

 eitb



zientziaren
ELHUYAR
komunikazioa



Fukushimaren LEZIOA

ANA GALARRAGA Aiestaran
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

“Ez dadila berriro halakorik gertatu” esatetik hori horrela izateko neurri eraginkorrak ezartzera, tarte handia dago. Tarte horretan daude zentral nuklearren segurtasunaz arduratzen diren erakundeak, eta, orain, Fukushima hondamendiaren urteurrena iristear denean, kontuak aurkezteko garaia iritsi zaie. Bitarte horretan, zenbait adituk beren iritzia eta azterketak plazaratu dituzte, eta askok Fukushima lezio garrantzitsuren bat irakatsi diela aitortu dute.

Iritzia eman eta Fukushima lezioa ikasi dutenen artean daude Matthew Bunn eta Olli Heinonen. Joan den irailean, Science aldizkarian argitaratutako analisi baten egileak dira, eta izenburu esanguratsua jarri zioten analisi horri: *Preventing the next Fukushima* (Hurrengo Fukushima aurre hartzen).

Bunn Harvard Unibertsitateko Belfer Zientzia eta Nazioarteko Auzietarako Zentroko ikertzailea da, eta Heinonen, berriz, zentro bereko ohorezko kide da gaur egun, baina IAEA Energia Atomikoaren Nazioarteko Agentziaren segurtasun-kontrolen saileko zuzendari izan zen 2010era arte. Bien iritziz, agintarien ahuleziak, batetik, eta araudiak neurri batean borondatezkoak izateak, bestetik, mugatu egiten dute nazioarteko erakundeek nuklearren segurtasunean izan dezaketen eragina.

Are gehiago; analisisan azaldu dutenez, erakundeek orain arte “herrialde bakoitzaren esku” utzi dute segurtasun-araudiak ezartzeko eta betetzen direla kontrolatzeko ardura, eta, Fukushimakoaren ondoren araudiak bateratzeko

asmoa erakutsi badute ere, ez dute aldaketa handirik somatu.

Epe luzera, egingo diren zentralak oraingoak baino seguruagoak izango direla aurreikusten dute, neurri zorrotzagoekin diseinatu beharko direlako. Baina, datozen hamarkadetan, energia nuklearren zati handiena orain martxan dauden zentralak sortuko dute, alegia, “diseinu zaharra” duten zentralak. Hori kontuan izanda, zentral horien segurtasuna hobetzeko sei neurri proposatu dituzte analisisian.

Lehenik, beharrezkotzat jo dute segurtasun-estandar zorrotzagoak ezartzea. Horren barruan, berariaz aipatu dituzte Europako Batasunak agindutako estres-testak. Test horien helburua da ikustea ea Europako Batasuneko 143 zentralen ezarritako dauden segurtasun-estandarrak egokiak ote diren Fukushimakoaren antzeko fenomenoetara aurre egiteko eta hiritarren segurtasuna bermatzeko.

Hain zuzen ere, estres-testen berri ematean, hondamendi hartatik lezio bat atera dutela onartu dute Europako Batasuneko arduradunek. Haien hitzetan, “atera daitekeen ikasgai nagusietako bat da muturreko egoerak gertatzeko arriskua badagoela, hala nola bi hondamendi naturalak une berean jotzea, eta guztiz honda dezaketela energia elektrikoaren hornidura”.

Horrenbestez, estres-testetan bi eratako fenomenoak hartu dituzte aintzat: naturalak (lurrikarak, uholdeak, elurteak, izozteak, ekaitzak...), eta giza akatsak (hegazkin bat erortzea edo

Fukushimako hondamendiaren ondoren osatu zen larrialdi-gela, 2011ko maiatzean. ARG.: TEPCO



leherketa bat gertatzea zentral batetik hurbil eta ekintzak, (adibidez, eraso terroristak).

Europako Batasuneko herrialdeek 2011ko abendura arteko epea zuten estres-testak egiteko, baina, epea amaitu baino lehen ere, ondorio bat atera zuten arduradunek: herrialde bakoitzak bere segurtasun-estandarrak ditu, eta alde handia dago batzuen eta besteen artean, esaterako, lurrikarei aurre egiteko zentralak bete beharreko baldintzetan.

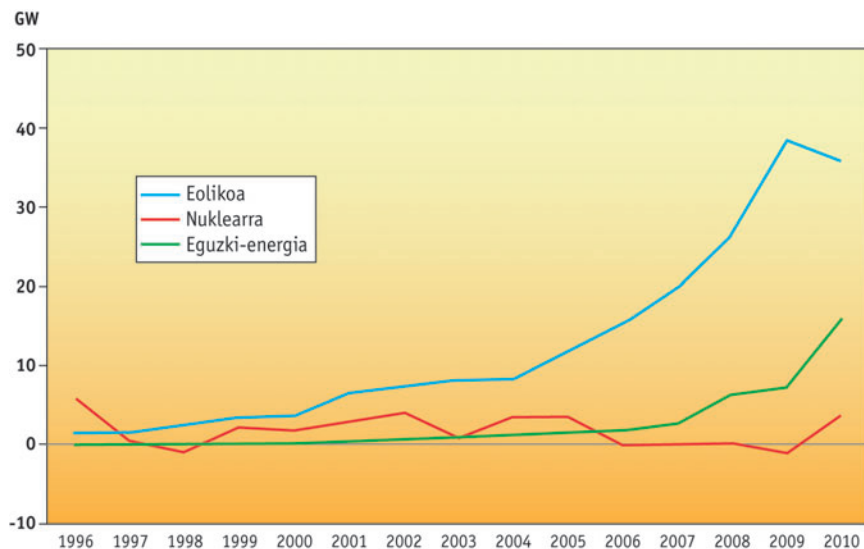
Hortaz, Europako Batasuneko arduradunek berretsi egin dute, neurri batean, Bunnek eta Heinenenek analisisian salatutakoa, alegia, araudiak ez daudela bateratuta. Eta, estres-testetan be-

zala, analisisan ere kontuan hartu dute zentralen aurka erasoak egiteko arriskua. Hala, “sabotaje terroristetatik babesteko” neurriak zorrozte proposatu dute.

Europako estres-testetan, fenomeno naturalak zein giza akatsak eta ekintzak hartu dituzte aintzat.

1996tik 2010era berriztagarriak eta zentral nuklearrek sare elektriko globalera egindako ekarpen netoa (GW).

ITURRIA: © MTCLE SCHNEIDER CONSULTING



Horrez gain, zentraletako langileen trebakuntza hobetzeko pausoak emateko eskatu dute, ezustekoen aurrean (lurrikarak, uholdeak) nola erreakzionatu jakin dezaten. Izan ere, analisisaren egileen ustez, Fukushimako langileak neurri jakin batzuk hartzeko prest izan balira, ez zen hainbeste erradiazio isuriko airera eta itsasora.

Beste proposamen batzuk erakundeei dagozkie zuzenean. Besteak beste, egileek salatu dute Fukushimakoa gertatu zenean, IAEAren erantzuna “ahulegia” izan zela, eta “beranduegi” erreakzionatu zela. Horren aldean, eredugarritzat jo dute Munduko Osasun Erakundeak osasun-larrialdietan izaten duen erantzuteko ahalmena. Gainera, nazioarteko legeak indartzea eta herrialdeen arteko elkarlana sendotzea aldarrikatu dute.

Proposamen guztiak egin ondoren azaldu dute zer ikasgai atera duten Fukushiman gertatutakotik: “Nekez gertatzen direnak baztergarriak direla uste izatea okerra dela da Fukushimaren lezio

nagusia". Analisiaren amaieran, garbi adierazi dute nork izan beharko zukeen prebentzio-neurriak zorrozteko eta segurtasuna bermatzeko ardura nagusia. IAEAri egotzi diote ardura hori.

PARADIGMA ALDATZEKO AUKERA

Analisi hori argitaratu zen hilabete berean, beste egile batek lezio bera aipatu zuen zientzialari atomikoen buletinean plazaratutako artikuluan. *Fukushima crisis: Can Japan be at the forefront of an authentic paradigm shift?* da artikulua. Izenburua (Fukushima krisia: Benetako paradigma-aldaketa baten abangoardian ote dago Japonia?), eta egilea, berriz, Mycle Schneider da, energia-aholkulari independente bat.

*Aditu batzuen ustez,
Fukushimako krisia aukera
aproposa izan daiteke
energia-politika aldatzeko.*

Besteak beste, Belgika, Frantzia eta Alemaniako energia-ministroei eman die aholku Schneiderrek, eta baita IAEAri, eta Estatu Batuetako eta Europako Batasuneko segurtasun nuklearreko erakundeei. Horrez gain, *World Nuclear Industry Status Report 2010-2011* txostenaren egileetako bat ere bada.

Mycle Schneiderrek ekuazio bat erabili du lezioa azaltzeko. Ekuazio horren arabera, "arisku potentzial oso handia bider istripua gertatzeko aukera oso txikiaren emaitza arisku onargarria da". Alabaina, Schneiderren ustez, ekuazioa okerra dela erakutsi du Fukushima gertatutakoak.

Horren ondotik, martxotik irailera bitartean krisiak izan duen bilakaera laburtu du (irakurketa nahiko ezkorra da), eta, azkenean, ondorio bat atera du. Fukushima krisia aukera aproposa dela energia-politika aldatzeko. Izan ere, haren iritziz, Fukushima gertatutakoak industria nuklearrak zuen egoera okertu baino ez du egin.

Hala, Schneiderrek zenbait datu eman ditu erakusteko industria indarra galtzen ari zela azkenaldian, eta geroztik gainbehera azeleratu egin dela sinesten du. "Une aproposa" da, beraz, aldaketarako, eta ez Japonian bakarrik. Are gehiago, Japonia eta Alemania ikusten ditu aldaketa gauzatzeko abangoardian.

Horretarako, energia berriztagarrien aldeko apustua egiten du Schneiderrek, nahiz eta onartzen duen berriztagarriak nagusitzeko lau arazo konpondu beharko dituela, gutxienez:

energia-zerbitzuak emateko gaitasuna izan behar du, eraginkorra izan behar du, deszentralizatua, eta banaketa-sare horizontalak eta malguak izan behar ditu. Hala ere, aldaketaren alde azaldu da Schneider.



IGOR PEÑALVA:

"Energia nuklearra ere beharrezkoa da"

Ingeniaritza Nuklearreko irakasle EHUren Bilboko Ingeniaritza Eskolan

Logikoa denez, Fukushima hondamendiak kalte egin dio industria nuklearrari. Hori bereziki nabarmena da Japonian eta Alemanian. Alemaniak zituen 17 zentraletatik 8 itxi zituen istripuaren ondoren, eta 2022rako gainerakoak itxiko dituela esan du. Baina, lehen, Alemaniak energia elektrikoak esportatu ohi zuen, eta orain inportatzaile garbia bihurtu da. Hain zuzen, Frantziatik inportatzen du behar duen elektrizitatea, eta jakina da Frantziak energia nuklearra nagusi dela. Hortaz, nahiz eta energia nuklearra bertan behera uzteko erabakia hartu duen, errealitatea da beharrezkoa duela.

Japonian, ondorioak are gogorragoak izan dira, noski. Fukushima gertatu aurretik 54 errektore zituen martxan, eta orain 8 dabilta lanean. Beste guztiak itxita edo geldituta daude, eta ikusiko dugu martxan jartzen dituzten, eta, jartzekotan, zenbat. Hala ere, ez dut uste Japoniak guztiz baztertuko duenik energia nuklearra.

Mundu mailan, berriz, beste guztiak ez diote ezetz esan energia nuklearrari. Hori bai, segurtasun-neurriak zorrotz dituzte.

Gaur egun energia nuklearrean nagusi diren herrialdeek (Estatu Batuak, Frantzia, Errusia, Ukraina, Hego Korea, Erresuma Batua, Kanada, Txina...) espero dute 2020an instalatutako potentzia nuklearra oraingoa baino handiagoa izatea.

Izan ere, gauza bat da gertatutakotik ikastea eta zentralen segurtasun-neurriak areagotzea, eta beste bat, energia nuklearra bertan behera uztea. Nire ustez, hori ez da gertatuko, arrazoi ekonomikoengatik, batez ere.

Bestalde, klima-alaketaren ikuspuntutik ere, nire iritzia da ez dela komenigarria energia nuklearra baztertzeko. Arazoa erregai fosilak dira, eta, nuklearra bertan behera uzten bada, erregai fosilen kontsumoa hazi egingo da. Horrenbestez, nire planteamendua hau da: ahalik eta gehiena garatzea eta hedatzea energia berriztagarriak, eta nuklearrak ere bere lekua izatea. Ez du izan behar bata ala bestea; biak dira beharrezkoak.



ARG.: ANA GALARRAGA

INDUSTRIA NUKLEARRA, ATAKA ESTUAN

Schneiderrek aldarrikatzen duen aldaketa da goeneko gauzatzen hasia dela iradokitzen du munduko industria nuklearraren egoerari buruzko azken txostenak (*World Nuclear Industry Status Report 2010-2011*).

Txostenean bildutako datuen arabera, industria nuklearra ahultzen ari da; adibidez, Europako Batasunean, 2011n 143 errektore zeuden martxan, eta inoiz ez dira hain gutxi izan, 1989an errektore-kopuru handiena izan zenetik, 177rekin. Mundu osoa kontuan hartuta ere, joera bera da: 2011ko apirilean 437 errektore zeuden martxan, 2002an baino zazpi gutxiago.

Bitartean, energia-iturri berriztagarriak ari dira hazten gehien. Hala, 2010ean, zentral eolikoe-tan, hidroelektriko txikietan, eta biomasa eta

hondakinak baliarazteko zentraletan instalatutako gaitasunak (381 GW guztien artean) nuklearrena gainditu zuen (375 GW) lehen aldiz.

Areva frantziarrak % 34 txikitu behar izan ditu 2012-2016rako zituen inbertsio-planak.

Gainera, energia-teknologia garbietan inbertitutako dirua % 30 hazi da 2010ean. Txina da liderra, eta ondoren datoz Alemania eta Estatu Batuak (Txinak 41,8 mila milioi euro inbertitu zituen 2010ean, 2009an baino % 39 gehiago; Alemaniak 31,6 mila milioi; aurreko urtean baino % 100 gehiago; eta 26 mila milioi Estatu Batuek, 2009an baino % 66 gehiago). Eta Fukushima hondamendiak joera indartuko duela uste dute, baitxostena egin dutenek, bai beste aditu askok.

Alabaina, denak ez datoz bat ikasgai horrekin. Iazko abenduan, Yukuya Amano IAEAko zuzendariak adierazpen batzuk egin zituen, eta nahiz eta aitortu zuen Fukushima "istripuak industria nuklearraren hazkundera moteltzea" ekar zezakeela, esan zuen 2030erako gutxienez orain baino 90 errektore gehiago egongo direla aurreikusitakoak.

Aurreikuspen hori egiteko, arrazoi hauek eman zituen: energia-eskaera handitzea, klima-aldaketak sortzen duen kezka, erregai fosilen prezioa eta energia-horniduraren segurtasuna. Are gehiago, IAEAren zuzendariaren esanean, "ezinezkoa izango da berotegi-efektua eragiten duten gasen isuria murriztea", energia nuklearri uko eginez gero.

Esanak esan, munduko enpresa nuklear handienetako batek, Areva frantziarrak, % 34 txikitu behar izan ditu 2012-2016 eperako zituen inbertsio-planak, eta ahalegin latzak egiten ari da, diru-galerarik ez izateko. Adituen iritziz, bi

JOSE RAMON ETXEBARRIA: "Istripua ala benetako arriskua?"

Ingeniaritzan doktore, euskara-irakasle EHUren Bilboko Ingeniaritza Eskolan

Fukushimako gertatu zenean, behin eta berriro entzundako hitza "istripua" izan zen. Gerora, "hondamendia" zela entzun genuen ("naturala", hori bai), arazoaren tamainari erreferentzia eginez. Urtebete pasaturik, haren inguruko "hausnarketa" nagusitu da, "ikasgai" horretatik ikasi nahi delakoan. Kontua da galderak egiteko moduan dagoela erantzuna, eta hausnarketa ofizial gehienak energia nuklearrari eusteko asmotan diren erakundeetatik egin direla, aldeaz aurretik onartuz ezen, batetik, erakunde horiek informazio "fidagarria" ematen digutela, bestetik, "segurtasun-neurriak" areagotu behar direla (lehenago seguruak ez al ziren, bada?) eta, azkenik, zentralak "beharrezkoak" direla. Hausnarketarekin hasteko, demagun gauzak horrela direla; baina...

Informazioaren "fidagarritasuna" omen da lehenengo gakoa. Zer esanik ez, IAEA eta antzeko erakundeek ematen diguten informazioaz fidatu behar omen dugu, argi dakigun arren interes itzelak dituela energia nuklearraren garapenean. Baina Fukushimaok ezer erakutsi badu, "informazioaren kontrola" izan da. Berriro ere, guztiz modulaturik eman digute informazioa, eta denbora pasatu ahala pixkanaka izan dugu gertatutakoaren larritasunaren berri, zeharka, energia nuklearraren aldeko inbertsioetan izan duen eraginagatik. Azken batez, energia nuklearra "negozioa" baita.

Zer esan "segurtasun-neurriak" buruz? A *posteriori* aitortzen denez, kontuan hartu

behar da, nahitaez, muturreko gertaera ia sinestezinak jazotzeko arriskua; horixe da, hain zuzen, Fukushima emaniko leziorik handiena: horrelako gertaerak jazotzeko "benetako arriskua" dagoela. Kasu baterako, superpotentzia baten hitzak erabiltzearen, gerra eta eraso "terroristak" ere eduki behar omen dira kontuan. Bego. Baina argudio hori dela eta, kezka-iturri bihurtu zait Iranekin hartu duten jarrera. Munduan diren estatu nuklearzaletan, betidanik energia nuklearraren defentsa egin dutenek, beren armategiak bomba nuklearrak betirik dituztenek... ezin onar dezakete Iranek bere programa nuklearra garatzea. Energia nuklearraren erabilera hain segurua eta hain onargarria balitz, zergatik ez litzateke onuragarria irandarrek ere teknologia hori garatzea?

Antza, ezin fida gaitezke irandarrez, balizko bonbak fabrikatu eta erabil baititzakete; fidatu behar dugu, ordea, amerikarrez, israeldarrez, errusiarrez eta NATO erakundeaz. Osoa artzain. Ene iritziz, horretan dago arazoaren muina; zeren, superpotentziek azken urteotan izan duten portaera ikusita (Irak, Afganistan, Libia...), erasorako aukera bakarra beren eskuetan gorde nahi dutela baitirudi. Nago militarren interesetan dagoela gakoa. Eta zalantzarik ez dut, "otsoa" prest dagoela bere indarra erabiltzeko, baldin bere nagusitasun "estrategikoa" iraunarazteko beharrezkotzat badu, daukan prezioa daukala.

Paradigma orokorra aldatu behar da. Etorriz buruzko galderak aldatu behar dira. Horrek soilik ekarriko du erantzunen aldaketa. Izan ere, ene iritziz, errotik aldatu behar da energiari buruzko planteamendua: irauli eta hankaz gora jarri behar da orain arteko planteamendu kontsumista, "gero eta energia gehiago sortu behar dugula" dioena.

Ez dakit zein izango den soluzioa, baina seguruenik, ezintasunak behartuta, uste baino lehenago, mota guztietako instalazio txiki eta sakabanatuak bultzatu beharko dira, eta instalazio erraldoiak baztertu. Dibertsifikazioa areagotu beharko da, eta zentralizazioari aurre egin beharko zaio. Iturri berriztagarrien aldeko apustua egin beharko da, eta iturri berriztaezinak zaindu... eta kontsumitu gabe babestu, badaezpada. Eta, garrantzitsuenak dena, energiaren kontsumoa erradikalki jaitsi beharko da, Lurra mugaturik baitago, eta baliabideek ere beren muga baitute.

Ia beti konponbidea berandu etorri ohi da, arazo larria eta krisi sakona sortu ondoren. Horregatik, jadanik aldatu behar genuke joera, zalantzarik gabe etortzeko dagoen benetako krisi energetikoari nola edo hala aurre egin ahal izateko.



ARG.: GAIZKA EGUZKIZA/AIKOR! ALDIZKARIA.



Langileak, Fukushima
zentrala leheneratzeko
lanetan. ARG.: TEPCO.

faktorek eragin dute, batez ere, Arevaren gain-behera: ekonomia-krisiak, batetik; eta energia nuklearraren aldeko zirenen babesak galtzeak, bestetik.

LEZIORIK GOGORRENA, JAPONIARRENTZAT

Edonola ere, leziorik gogorrena Japoniako gizarteak jaso du. Lurrikara eta tsunamia izan zirenetik ia urtebete igaro denean, 80.000 herritarrek beren etxeetatik eta lantokietatik kanpo jarraitzen dute, etxeak eta lantokiak zituzten eremua erradiazioak kutsatuta dagoelako; eta are herritar gehiagok bizi-ohiturak aldatu behar izan ditu, osasuna arriskuan ez jartzeko.

Daiichi zentralaren egoerari eta eremu kutsatua leheneratzeko lanei buruzko informazioa, berri, partziala dela salatu dute behin eta berriro adituek. *Nature* aldizkariak abenduan argitaratutako editorial batek garbi erakusten du ez direla Japoniako iturri ofizialekin fidatzen.

Halaber, zientzialari independenteen batzorde aholku-emaile bat eratzeko eskatzen du editorialak; izan ere, gobernuak hartutako erabakietan eragin handiena duten erakundeek (Industria Ministerioko Segurtasun Nuklearreko eta Industrialeko Agentzia eta Segurtasun Nuklearrerako Komisioa) interesak dituzte industria nuklearrean. Editorialaren azken hitzak hauek dira: “Japoniak hobeto egin dezake. Japoniako jendeak zerbait hobea merezi du”.

Editorial hori plazaratu zen garai berean, Japoniako gobernuak adierazpen ofizial bat egin

zuen, Fukushima Daiichi zentraleko hiru erreaktore egonkortzea lortu zutela jakinarazteko. Zehazki, gelditze hotza (*cold shutdown*) deituriko egoeran sartu zirela azaldu zuen, eta horrekin bukatutzat eman zuen “istripu-fasea”.

*Guda ez dela amaitu aitortu
zuen Japoniako gobernuak,
publikoki egindako
adierazpenetan.*

Izan ere, egoera normalean, horrela dagoen erreaktore bat presio atmosferikoan eta 100 °C-tik behera dagoela esan nahi du, eta, beraz, ez dagoela berotu eta fisio-erreakzioa bere kaxa has-teko arriskurik. Hori, egoera normalean. Daiichiko erreaktoreen egoera, ordea, oso bestelakoa zen. Horregatik, Japoniako gobernuaren adierazpenak kontrakoa iradokitzen bazuen ere, adituek ohartarazi zuten gelditze hotzak kasu horretan ez zuela esan nahi erreaktoreak egonkor zeudenik eta bere horretan utz zitezkeenik, inondik inora ere.

Bestalde, lehen unean eta gerora ere lanean ari-tu ziren langileak gogoan izan zituen Japoniako gobernuak bere adierazpenean, eta oraindik asko zegoela egiteko ere onartu zuen, hitz hauekin: “guda ez da amaitu”. Badirudi lezio hori, behintzat, ikasi dutela. ●

Polo bakarra, amets bat

GUILLERMO ROA ZUBIA
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

Monopolo magnetiko bat aurkitzen duenak, ia ziur, Fisikako Nobel saria irabaziko du. Hala ere, ez dago inolako ziurtasunik esateko monopolo magnetikoak existitzen direla. Baina merezi du bilatzea? Fisikari askok esaten dute baietz.

1982an, Stanford Unibertsitateko fisikari batzuek, ustez, monopolo magnetiko batek eragindako seinale bat neurtu zuten. Uste horrek dio Big Bang leherketan sortutako monopoloak oraindik ere espazioan libre mugitzen direla, eta haietako bat Stanfordeko Unibertsitateko pasatu zela, Blas Cabrera fisikaria esperimentu bat egiten ari zen une berean. Material supere-roalez egindako espira baten barrutik pasatu zen, eta jauzi bat gertatu zen fluxu magnetikoan. Cabrera ziur zegoen horretaz, fluxu magnetikoaren beherakada, hain justu, monopolo batek eragingo zukeen mailakoa izan zelako. Istorio horri Stanfordeko gertaera deitzen zaio.

Cabrera *Physical Review Letters* aldizkarian argitaratu ahal izan zuen neurketa hura, eta unibertsitateak dirua eman zion ekipo hobea erosteko, eta esperimentuak errepikatzeko. Baina Stanfordeko gertaera ez da inoiz errepikatu. Ez Cabrera, ez munduko beste inork ez dute detektatu beste monopolorik.

Eztabaida handia izan da geroztik. Batetik, zaila zen onartzea Cabreraren neurketa monopolo magnetikoaren aurkikuntza zela, behaketa bakarra zelako, eta aurkikuntza bat izateko emaitzak errepikagarriak izan behar dutelako. Bestetik, ez zegoen frogatzerik ikusitakoaren jatorria monopolo bat izan ote zen ala ez. Talde askok azaldu zuten interesa Stanfordeko gertaeran. Esate baterako, 1984an, Fermilab laborategiko CFM taldeak Cabreraren esperimentua errepikatu zuen kondizioak aldatuta, detekzioa errazagoa izan zedin, eta ez zuen monopolorik

detektatu. Haien arabera, Stanfordeko gertaeraren eragilea monopolo bat izateko probabilitatea oso-oso txikia da. Agian, beste faktore batek ere alda zezakeen neurri horretan fluxu magnetikoa.

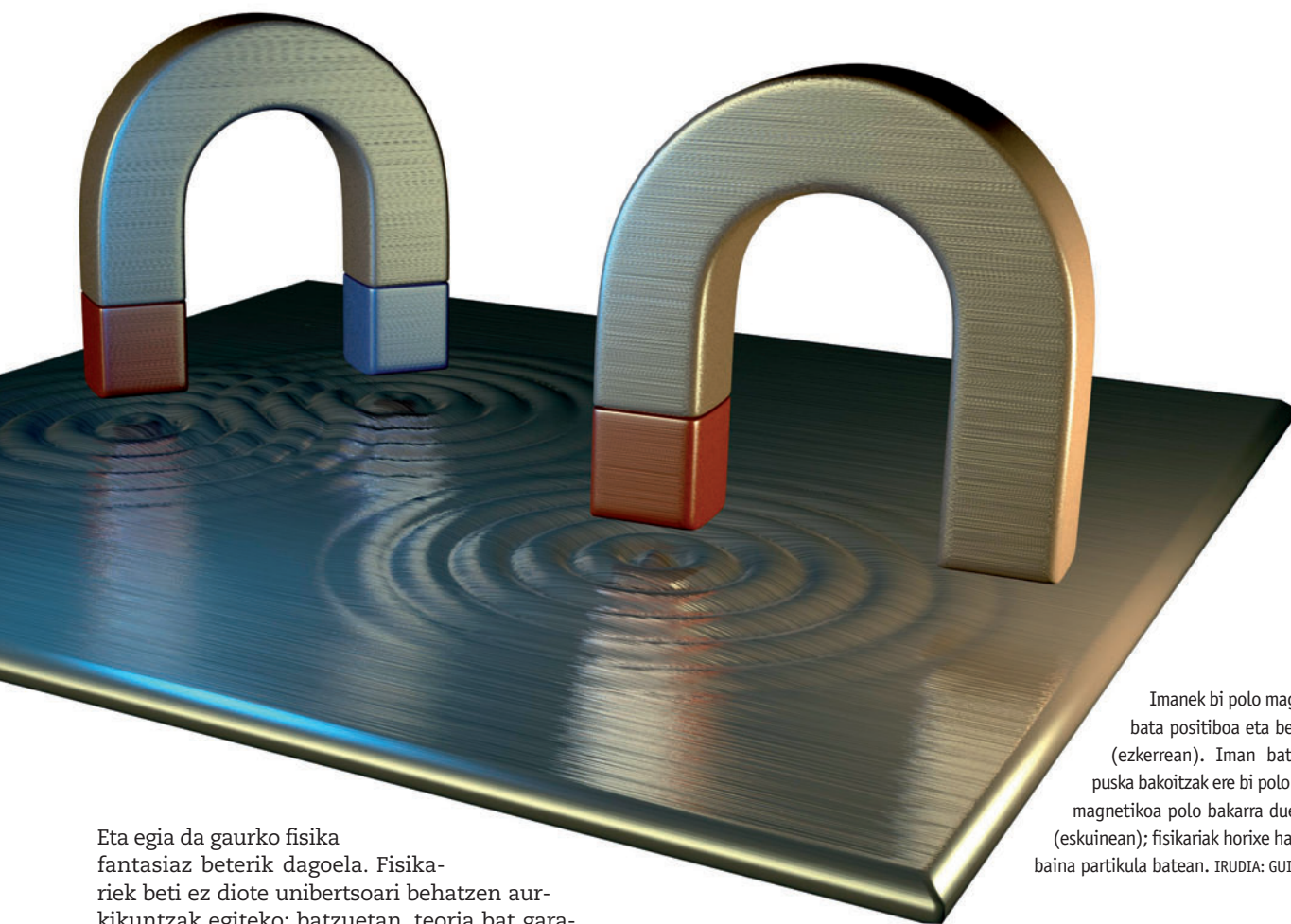
Hain zuzen ere, denborarekin, fisikari askok aurkitu zuten gailu elektriko bat pizteak eta itzaltzeak berak ere aldatzen duela fluxu magnetikoa. Hori bazen benetan aurkikuntza bat. (*The Big Bang Theory* telesaillean aurkikuntza hori eta Stanfordeko gertaera erabili z monopolo magnetikoarekin zerikusia duen kapitulu batean.)



Kalkulu teoriko batzuen arabera, monopoloak existitu behar du. Fisikari batzuentzat, ordea, fantasia bat besterik ez da.

FANTASIARAKO AUKERA

Denborarekin, Stanfordeko gertaerak garrantzia galdu du. Zientzia-komunitateak ez zuen aurkikuntzatzat hartu, eta monopolaren bilaketak aurrera segitu zuen. Oraindik horretan ari dira. Fisikari batzuek esaten dute monopoloak existitu behar duela, kalkulu teoriko batzuek hala adierazten dutelako; eta aurkituko balute, iraultza bat izango litzateke fisikan. Beste fisikari batzuek esaten dute monopolo magnetikoa fantasia bat besterik ez dela.



Imanek bi polo magnetiko dituzte, bata positiboa eta bestea negatiboa (ezkerrean). Iman bat zatituz gero, puska bakoitzak ere bi polo ditu. Monopolo magnetikoa polo bakarra duen iman bat da (eskuinean); fisikariak horixe hari dira bilatzen, baina partikula batean. IRUDIA: GUILLERMO ROA.

Eta egia da gaurko fisika fantasiaz beterik dagoela. Fisikariek beti ez diote unibertsoari behatzen aurkikuntzak egiteko; batzuetan, teoria bat garatzen dute aurreko datuak erabilita, eta teoria horri eutsiko liokeen guztia bilatzen dute. Kasu askotan, kalkulu teorikoek iragartzen dute zerk existitu behar duen eta zerk ez. Baina fantasia hutsa izan daiteke. Gaur egun, adibide asko dago: unibertso paraleloak, takioiak (argia baino partikula azkarragoak), oinarritzko partikula arraroak, materia eta energia ilunak, eta abar.

Neurri batean, ez da bidezkoa fantasia deitzea horiei guztiei, noizean behin horrelako hipotesi teorikoak baieztatu egiten baitira. Adibidez, horrela aurkitu zuten Neptuno planeta; fisikari batek kalkulatu zuen ezen, planeta ezagunak nola mugitzen ziren ikusita, eguzki-sistemaren inguru jakin batean planeta batek egon behar zuela. Astronomoek bilatu zuten planeta berri hura, eta Neptuno aurkitu zuten. Beste adibide bat Higgs bosoi da; 1964an, Peter Higgs fisikari ingelesak partikulen masa azaltzen duen teoria bat garatu zuen, eta teoria hura ustezko partikula batean (bosoi batean) oinarrituta zegoen. Partikularen existentzia iragarri zuen, eta 2011ko bukaeran aurkitu zuten (oraindik baieztatu beharreko aurkikuntza bat da, dena den).

Baina porrot handiak ere izan dira. Adibidez, XIX. mendean, fisikari batzuek esan zuten pla-



Monopolo magnetikoa vs. James Maxwell

Monopolo magnetikoaren bilaketa argia baino azkarrago mugitzen diren neutrinoen kasuarekin parekatu daiteke. Azken batean, neutrinoen kasuaren zirrara Albert Einsteinen pertsonaian datza; litekeena da zientzialari ospetsuenaren teoria handia zalantzan jartzea, eta horrek morbo-puntu bat eragiten du.

Antzeko zerbait gertatzen da monopoloren bilaketarekin. Detektatuko balitz, beste zientzialari handi baten teoria fisiko orokorra aldatu edo behintzat egokitu egin beharko litzateke: James Maxwell eskoziarraren elektromagnetismoa. XIX. mendearen bukaerako kontuak dira; Maxwellek teoria orokor bakarrean bildu zituen elektrizitatearen eta magnetismoaren jakintza, eta lau ekuaziotan adierazi zuen jakintza osoa. Ekuazioak ez dira Maxwellek berak

sortutakoak, baina hark bildu zituen teoria orokor batean, eta adierazpen matematiko dotore bat sortu zuen.

Hala ere, Maxwellek teoriak ez du monopolorik. Karga elektriko baten eremua infinituraino zabaltzen da; polo magnetikoek, aldiz, bikoteka funtzionatzen dute, polo batetik sortzen den eremua nahitaez beste polo batera doalako, eta ez infinitura. Monopolo magnetikoa aurkituko balute, beraztertu egin beharko lirateke Maxwellek ekuazioak. Erabat aldatu edo egokitu, baina zerbait egin beharko litzateke. Einsteinen erlatibitate bereziarekin eta neutrino azkarrekin gertatzen den bezala.

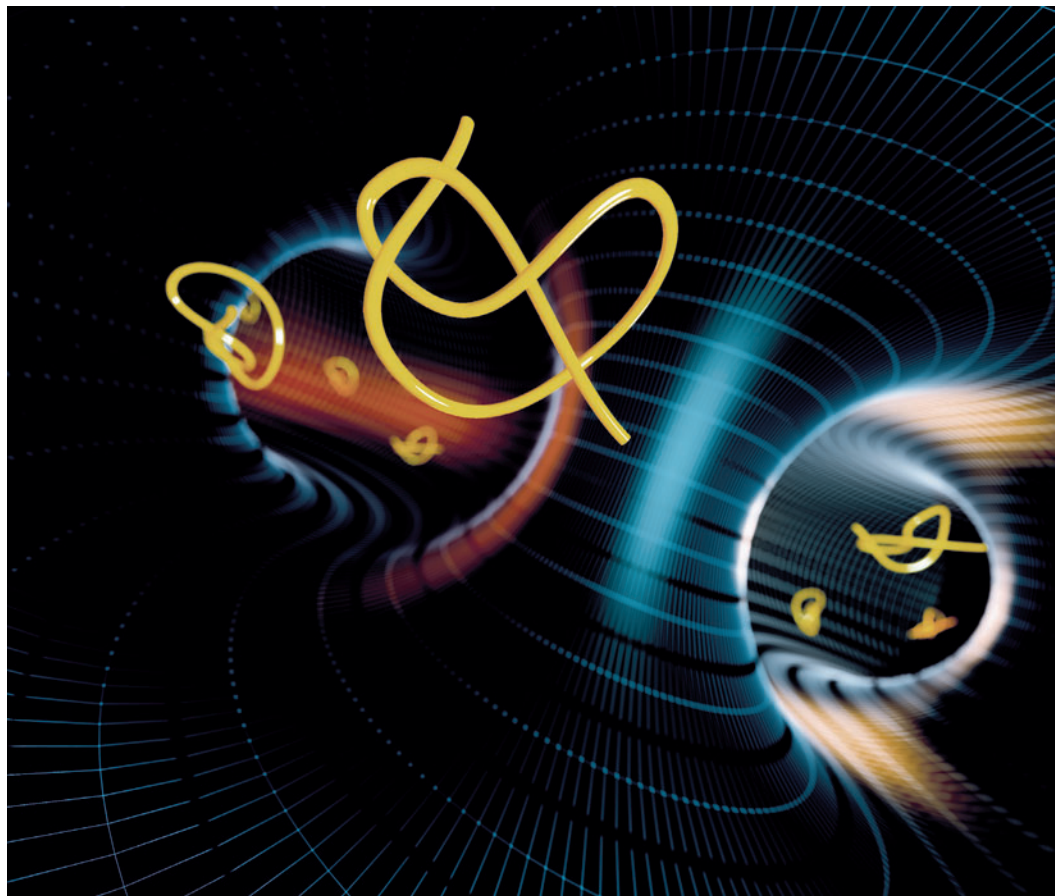


ARG.: G.J. STODART



ARG.: NOBEL FUNDAZIOA

Paul Dirac britaniarrak (goian) kalkulatu zuen monopol magnetikoa existi daitekeela soka-itxurako egitura batzuetan. Ustezko egitura horiei, hain zuzen ere, Diracen sokak deitzen zaie. Hala ere, oraingoz inork ez ditu aurkitu.



IRUDIA: GUILLERMO ROA

Monopolo
moduan jokatzeko
duten sistemak
aurkitu izan dira.
Baina nahiz eta
aurkikuntza horiek
garrantzitsuak
diren, hori ez da
zientzialariek
espero dutena.

neta batek egon behar zuela Eguzkiaren eta Merkurioren artean. Argudio gisa, Neptuno iragartzeko erabilitako argudio bera baliatu zuten; alegia, Merkuriok oso orbita arraroa zuela, eta beste planeta batek esplikatuko zuela orbita hura. Ustezko planetari Bulkano izena eman zioten, eta gogoz bilatu zuten. Baina Albert Einsteinen erlatibitate orokorrak azaldu zuen Merkurioren orbita arraroa Eguzkiarekiko gertutasunaren ondorioa dela, eta Bulkano ez dela existitzen.

Beste adibide bat eterra da, unibertsoaren hutsa betetzen duen substantzia. Fisikari askok uste zuten existitzen zela. Baina Albert Abraham Michelson eta Edward Morleyk esperimentu bat diseinatu zuten, eta eterraren ideia erabat baztertu zuten (esperimentu hura izan zen Einsteinen erlatibitate bereziaren oinarrietako bat).

Neptuno eta, ustez, Higgs bosoiaren benetakoak dira. Bulkano eta eterra fantasiak besterik ez. Eta monopol magnetikoa? Oraingoz, monopol magnetikoa fantasia fisikoen zerrendaren osagaia da. Baina aitortu behar da zerrenda horretan oso goian dagoela.

DIRAC DIXIT

Urtero izaten dira albisteak monopolaren aurkikuntzari buruz. Monopolo moduan jokatzeko duten sistemak aurkitu izan dira; 2009ko irailan, adibidez, Berlingo Helmholtz zentroko fisikariek iragarri zuten lehen aldiz detektatu zutela monopol magnetikoa disprosio titaniozko iman batean. Material hori geometria bitxi batean kristalizatu da, eta kristalaren barruko gune batzuek monopolotzat jo daitezke. Baina nahiz eta aurkikuntzak garrantzia duen, hori ez da zientzialariek espero dutena. Benetako aurkikuntza izango litzateke polo magnetiko bakar bat partikula bat aurkitzea. Ustez, existi daiteke. Paul Dirac fisikari ingeles handiak 1931n egin zituen kalkuluek horixe adierazten zuten. Diracek esaten zuen ez zela monopol magnetikoa bera bilatzen ari, baina kalkuluetan agertu egiten zela; kalkuluek polo magnetiko bakar bat duten soka-itxurako egitura batzuk (oinarrizko partikula batzuk, alegia) iragartzen zituzten. Diracen sokak dira.

Eta litekeena da Diracen sokak fotoien tokia hartzea indar elektromagnetikoaren teorian. Orain arte fisikariek onartzen dute fotoiek transmititzen dutela magnetismoa (eta elektri-

zitatea). Alegia, iman baten polo positiboak erakartzen du polo negatiboa, gertu daudenean fotoiak trukutzen dituztelako. Baina, agian, horren errudunak ez dira fotoiak, baizik eta Dirac-en sokak. Teoriak batzuen arabera kalkulek, Diracek egin zituenek, hori iragartzen dute.

Eta, fisikari askoren arabera, logikoa da. Karga elektriko bakarria duten partikulak ezagunak dira (elektroia eta protoia, adibidez); zergatik ez dira existituko polo magnetiko bakarria duten partikulak? Orain ulertzen den bezala, elektrizitatea eta magnetismoa ia berdinak dira salbuespen horrekin, hau da, ez dela ezagutzen monopolo magnetikoa baina bai elektrikoa.

Matematikoki erraza da monopolo magnetikoa aurkitzea. Ohiko iman batek muturretan ditu bi poloak; egitura hori luzatuta, poloak bata bestetik urrunduak dira. Infinituraino luzatzen den egitura batean, mutur bakoitza monopolo bat izango da. Eta infinituraino iritsi gabe ere, horixe lortu dute Berlingo Helmholtz zentroko fisikariek; material bateko zati edo gune batzuek monopoloa balira bezala jokatzeko dute. Nola-

nahi ere, hori ez da monopolo magnetiko purua. Ez da polo bakarria duen partikula bat. Partikula hori bilatzeko erronka ez da bukatu.

Diracek berak onartu egiten zuen egoera 50 urte pasatu ondoren. 1981ean honako hau idatzi zuen monopoloari buruz: “Ikuspuntu teorikotik, joera dut pentsatzeko monopoloak existitzen direla, haien sorreraren matematikak duen edertasunarengatik. Nahiz eta saiakuntza asko egin diren detektatzeko, batek ere ez du izan arrakastarik. Hortik ondorioztatu beharko genuke edertasun matematikoa bera ez dela nahikoa naturak teoria bat aplikatu dezan. Asko geratzen zaigu ikertzeko naturaren oinarritzko printzipioei buruz”.

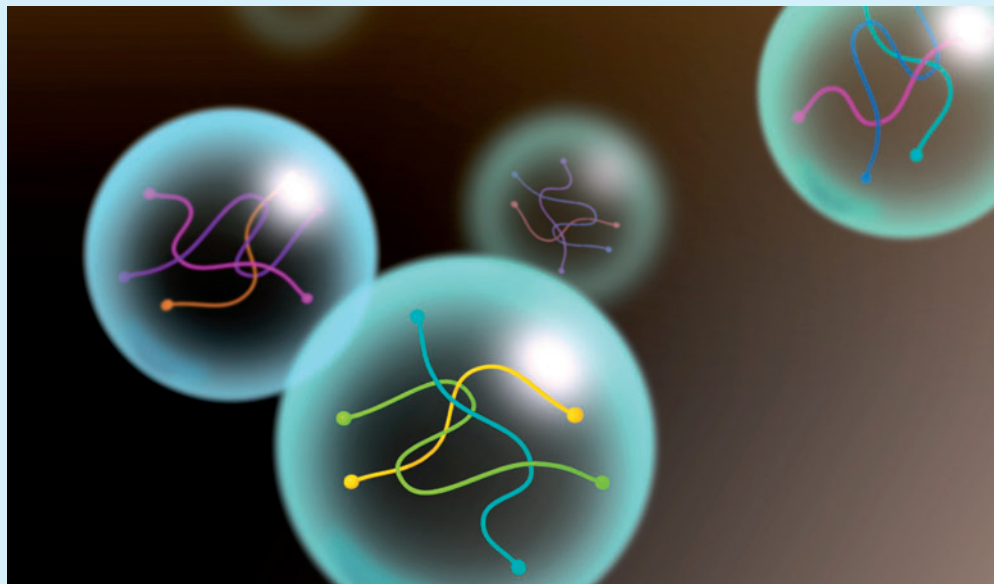
Beste 30 urte pasatu dira, eta bilaketa antzeko egoeran dago. Zero absolututik gertu bilatu da, topologia berezi baten arabera kristalizatzen diren material bereziekin; monopoloek eragingo lituzketen efektu magnetiko arraroak neurtzen saiatu dira, Hall efektu kuantikoa, adibidez. Eta monopoloa ez da agertu. Fantasia fisikoen zerrendan dago oraindik. Fisikarien artean oraindik ere modako gaia da. Noiz arte? ●

➔ *Karga elektriko bakarria duten partikulak ezagunak dira; zergatik ez dira existituko polo magnetiko bakarria duten partikulak?*



Soken teoria eta monopoloak

Matematikoki, monopolo magnetikoaren existentzia oso ondo egokitzen da soken teoriarekin, fisikako indar guztiak batzen dituen teoriarekin. Teoria zaila da, 11 dimentsioko (edo gehiagoko) soka batzuetan oinarrituta baitago; soka horiek gaur oinarritzotzat hartzen diren partikulen oinarritzko osagaiak izango lirateke. Soken teoria, baina, gainbehera doa, besteak beste, ezin delako frogatu; baina monopoloa aurkitzeak sekulako bultzada emango lioke teoriari. Horregatik dute fisikari askok monopoloa aurkitzeko itzaropena. Beste askorentzat, ordea, monopoloaren bila aritzea eta soken teoria ikertzea ikerketa hutsalak dira. Borroka handia du fisika akademikoak barruan.



IRUDIA: GUILLERMO ROA

INAKI IRAZABALBEITIA
Kimikaria eta zientzia-dibulгатzailea



Eskisto-gasa ETORKIZUNA?

Badira urte batzuk Euskal Herriko eta inguruko lurraldeetako lurzorua zulatzen ari direla gas natural bila. EAEn, EEE Energiaren Euskal Erakundeak sustatu egin ditu horrelako lanak. Gas naturalaren bila arituta ere, zundaketak ez dira ohiko gas-hobien bilatzeko, harri porotsuetan adsorbitutako gasaren xerkatzeko baizik. Eskistoetan adsorbituta egoten denez, eskisto-gas esaten zaio horri, nahiz eta nagusiki metanoz osatutako hidrokarburo gaseosoen nahastea den, gas naturala bezalaxe.

EAEko "mix" energetikoan, gas naturalak % 40ko partea du, eta atzerrian erosten da. Patxi Lopezek 2011ko urrian AEBra eginiko bisitan Texasko Barnett gas-eremua bisitatu zuen, eta iragarri zuen EAEko gas-kontsumoa 60 urtez segurtatzeko adina gas dagoela Arabako lautadan.

Gorago esan dugun legez, gas naturalaren osagai nagusia metanoa da (% 80-99 bolumenean), eta, horrez gainera, etanoa, propanoa eta butanoa ere badaude. Nitrogenoa, karbono dioxidoa eta hidrogeno

sulfuroa ere izaten ditu. Normalean erabiltzen dugun gas naturala, lur azpian egoten da poltsa iragazgaitzetan bildurik, askotan petrolioarekin batera. Putzua zulatzean, poltsa zartatu egiten da, eta gasa, bere presioaren eraginez, gainazalera ateratzen da. Eskisto-gasaren kasuan, ordea, gasa harrian harrapatuta dago, eta ez da berez isurtzen, isuriarazi behar izaten da. Horretarako, haustura edo hauste hidraulikoa baliatzen da, ingelesezt *fracking* esaten diotena.

 *Ingurugiro-inpaktuaz harago, egungo garapeneredu jasanezina ontzat jotzen du Ejren asmoak.*

ZER DA HAUSTURA HIDRAULIKOA?

Harrietan harrapatutako gasa erauzteko, lurzorua zulatu behar izaten da, harik eta gasa gordetzen duen harri-geruza topatu arte. Duela 40 urte teknika hori aplikatzen hasi zirenean, putzu bertikalak baino ez ziren zulatzen. Orain, ohizkoena da horizontalak ere zulatzea. Hasieran, bertikalki egiten da zuloa, nahi den sakone-

ra lortu arte, eta, segidan, galeria horizontalak zulatzen dira. Galeria horiek kilometro eta erdiko luzera izan dezakete. Zuloa egin ondoren, presiopean dagoen likido bat injektatzen da, ura normalean, zeinak harria apurtzen baitu. Sortutako pitzadura eta arrakaletan barneratzen da likidoa, harria are xeheago puskatuz eta gainazal handiagoa agerian utzita. Urarekin batera, euste-agente bat eta produktu kimikoak injektatzen dira. Euste-agentea silizea edo antzeko material bat da, eta haren funtzioa da saihestea irekitako arrakala eta pitzadura itxi daitezen.

Produktu kimikoek injektatzen den nahastearen % 2 bitarteko proportzioa izan dezakete, eta emulsionatzaileak, likatasunaren kontrolatzaileak edo biozidak izan daitezke.

Azkenik, injektatutako likido guztia erauzten da, hariaren gainazala agerian gelditzen delarik, eta gasa isuri egiten da, gainazalean biltzen delarik.

INGURUGIRO-INPAKTUA

Haustura hidraulikoa ingurumen-kezkia handiak sortzen ditu. AEBn etabaida bizia dago teknologia horren segurtasunaren inguruan, kalean, epaitegietan, erabakigune politikoetan eta zientzialarien

artean. Adibidez, 2011ko urriko *Scientific American* aldizkariak editoriala eskaini zion gaiari, izenburu adierazgarri hau zuelarik: “*Safety first, fracking second*”. Bessetik, AEBko Ingurumenaren Babeserako Agentzia landa-azterketa sakon bat egiten ari da, eta 2012aren hasierarako lehen emaitzak espero dira.

Europar berriagoak dira eskisto-gasa erauzteko proiektuak. Polemikaz ez dira libratzen, hala ere. Frantzian, esaterako, haustura hidraulikoa debekatu egin da. Britainia Handiko gobernuak muzin egin dio Manchesterko Unibertsitateko Tyndall institutuak eginiko azterketaren ondorio moduan eskatu zen moratoriari. Halaber, Europako Parlamentuak bultzaturiko “*Impacts of shale gas and shale oil extraction on the environment and on human health*” izeneko txostenak kezka agertzen du haustura hidraulikoaz, bai izan ditzakeen ondorio negatiboez, bai Europako Bata-sunaren esparruan teknika horren gainean dagoen erregulazio ezari buruz ere.

Haustura hidraulikoaren ingurumen-inpaktua askotarikoa izan daiteke. Batetik, harrietatik isuritako metanoak eskistoen gaineko harri-geruzak zeharkatu ditzake eta akuiferoak poluitu, fauna eta giza-kiaren ur-hornikuntza arriskuan jarritz. Produktu kimikoak kantitate handitan erabiltzen dira. Galeria horizontal bakar batean, eta horren tamainaren eta izaeraren arabera, 57.000 eta 230.000 litro bitartean usa daitezke. Erabiltzen diren produktu kimikoek ere akuiferoak polui ditzakete. Halaber, ur-kantitate itzelak baliatzen dira. Galeria bakar batean 7,5 eta 15 milioi litro ur bitartean erabil daitezke.

Bestalde, putzuetatik erauzten den ura, injektatuaren % 75a gutxi gorabehera, gainazaleko urmaeletan gordetzen da. Ur horrek produktu kimikoen koktel bat iza-teaz aparte, lur azpitik arrastaka eramán-

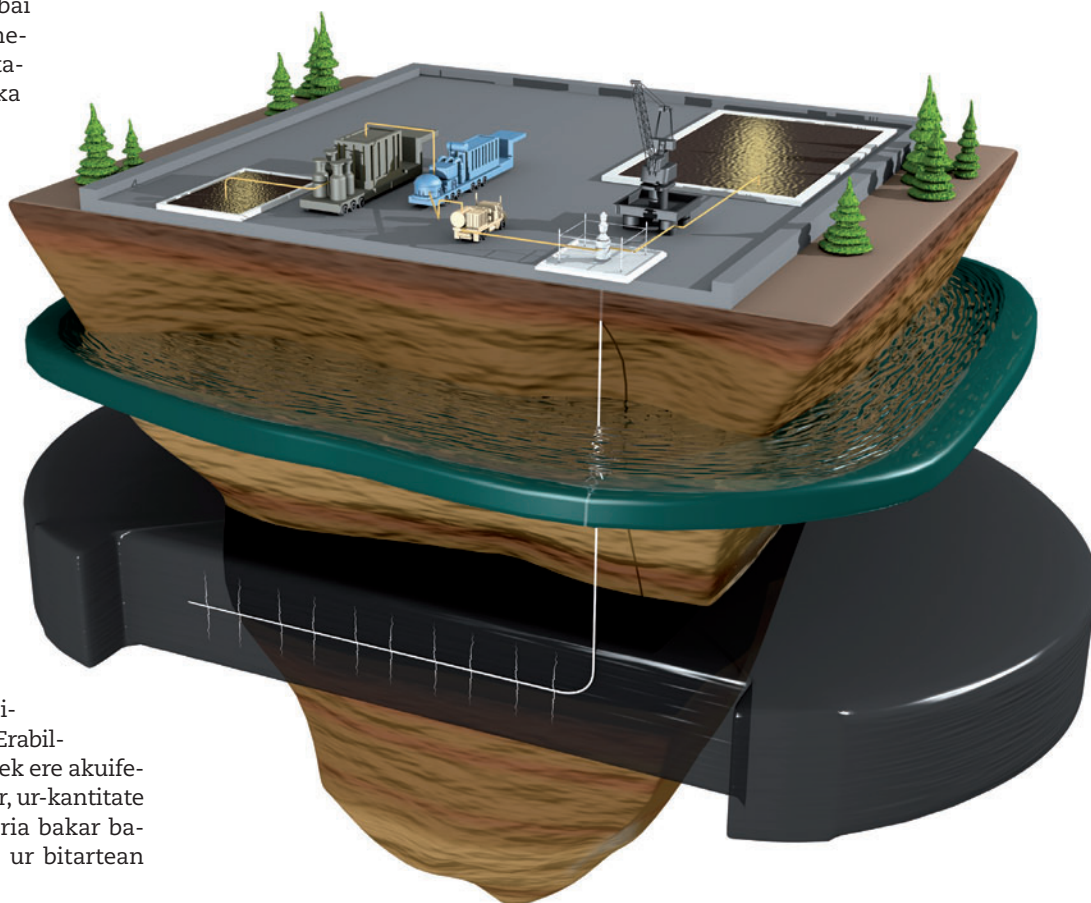
dako material erradioaktiboak izan ditzake. Ura urmael horietan gordetzen da, harrik eta tratamendu-instalaziora eraman edo berrerabili arte. Ez dago esan beharrik ur horrek ingurumenean buka lezakeela, urmaela desegoki iragazgaiztu delako edo bat-bateko eurite handiek gainezkara egin dutelako.

Azkenik, azpimarratu beharra dago zultze-dorreek, ur zikinen urmaelek, azpiegitura lagungarriek, ibilgailuak maniobratzeko eta tokira iristeko bide-azpiegiturek lur-okupazio handia eta inpaktu paisajistiko nabarmena eragiten dutela.

AZKEN ONDORIOA

Garbi dut Arabako eskisto-gasa erauzten hasi baino lehenago hainbat gauza beharrezkoak direla. Teknologia honen ondo-

rio kaltegarri posiblei buruz azterketa sakonak eta independenteak egin behar dira. Halaber, teknologia hau aplikatzen bada, erregulazio zehatza eta zorrotza beharko du, adibidez, lur azpian injektatzen diren produktu kimikoei buruzkoa. Gizarte-eztabaida gardeneta eta patxada-tsua ere behar da. Nire ustez, gizarteari dagokio erabakitzea, eta ez soilik ardurdun politiko edo enpresariei. Izan ere, eztabaida “gasa erauzi ala ez” dikotomiatik harago doa, gure garapen-ereduak eta energia-iturriek ere eztabaidagai izan behar baitute. Lehendakariak Texasen adierazitakoak, hots, “60 urterako adina gas dago”, garapen-eredu bat adierazten du, gaur egun duguna hain justu. Eta nire irudiko, eredu hori errotik aldatu behar da, oinarrietako bat energia berriztagarriak direlarik eta ez erregai fosilak. ●



Haustura hidraulikoaren eskema. Putzua bertikalki zulatzen da, eskisto-geruza topatu arte. Geruza horretan, galeria horizontalak egiten dira. Ondoren, urez, hareaz eta produktu kimikoz osatutako nahaste bat injektatzen da presioz. Nahaste horrek harria pitzatzen du, eta harriaren gainazal handiagoa agerian uzten du. Nahastea erauzi egiten da, eta atzetik gasa harrietatik isurtzen hasten da. Ur-nahastea gainazaleko urmaeletan gordetzen da. IRUDIA: GUILLERMO ROA.

AINGIREN sekretuak

EGOITZ ETXEBESTE ADURIZ

Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

IRUDIA: MANU ORTEGA

“**I**nork ez du inoiz aurkitu aingira ar heldu bat, inork ez ditu oraindik aingiraren testikuluak ikusi, mendeetan zehar saiakera kontaezinak egin diren arren”, idatzi zuen Sigmund Freudek 1877an, 21 urterekin, argitaratu zuen lehen artikuluko zientifikoaren sarreran.

Bi urte lehenago, 1875eko udan, astebete pasatu zuen Vienako Unibertsitateko zoologiako laborategian. Carl Claus zen laborategi hartako zuzendaria, anatomialari entzutetsua eta Darwinen ideien hedatzaile nagusietako bat. Zoologia Departamentua modernizatzeko iritsi zen Claus Vienako Unibertsitatara, eta, besteak beste, Triesten (garai hartan Austria-Hungariako Inperioan) itsas biologiako estazio bat jartzeko dirua lortu zuen. Ekimen haren barruan beka batzuk zeuden, ikasle onenek ikerketa-lanak egin zitzaten. Clausen lehenengo aukera izan zen Freud.

1876ko martxoan iritsi zen Triestera. Ordurako bazekien zein zen bere proiektua: sekula ikusi gabeko aingiren testikuluak aurkitzea. Freudek orduak eta orduak eman zituen aingiren muki eta kirats ar-

tean, disezioak egiten, eta laginak mikroskopioz aztertzen. Ehunka aingira disezionatu zituen. “Aingirek egunerokorik idazten ez dutenez —idatzi zion lagun bati—generoa jakiteko modu bakarra da ireki eta laginak hartzea. Baina, alferrik, ireki ditudan aingira guztiak emeak dira”. Bai, alferrik izan ziren Freuden ahalegin guztiak. Ez zuen aingiren testikulurik aurkitu. Freuden karrera frustrazio batekin hasi zen.

“**Arrain-espezieen artean ez da beste kasurik ezagutzen, non planetaren zirkunferentzia-laurden bat behar den bizi-zikloa betetzeko**”

Freudek bere artikuluko sarreran zioen moduan, aspaldikoa zen aingiren sexuaren misterioa. Oso-oso aspaldikoa. Aristotelesi ere harrigarria egin zitzaion sekula ez arrautzik ez espermarik aurkitu izana aingiretan. Halaxe kontatzen du *Historia animalium* liburuan: “Sekula ez da harropatu likido seminalik edo arrautzik duen aingirarik, eta, erditik irekita, barruan ez dute ez hodi seminalik ezta uterinorik ere. Odol-animalia guztietatik, hau da espezie

bakarra ez dena sortzen ez ugalketatik ez eta arrautzetatik ere. Hori argi dago; izan ere, paduretako urmael batzuetan, erabat hustu eta lohiak atera ondoren ere, berriz ateratzen dira euria egindakoan... “lurra- ren erraiak” deritzenetatik jaiotzen dira, lohitan berezko sorkuntzaz osatzen diren animaliatxoak...”.

Gauza batean asmatu zuen Aristotelesek: konturatu zen angulak aingira gazteak zirela, eta behatu zuen itsasoan ere agertzen zirela angula horiek. Baina gainera koan oker zebilela frogatzeko mende asko beharko ziren.

XVII. mendearen erdialdean Redi italiarrak, aingira helduak itsasorantz joaten zirela eta gazteak, berriz, errekan gora igotzen zirela behatuta, proposatu zuen aingiren ugalketa itsasoan gertatzen zela.

Freuden garaian ez zekiten hori baino askoz gehiago aingiren bizi-zikloari buruz. Eta Freudek ere ezin izan zuen egin ekarpen handirik. Baina handik hamarkada batera beste pista bat etorriko zen, Yves Delage zoologo frantsesaren eskutik.

Delage beste arrain bitxi batzuei begira zegoen. Itsasoan harrapatutako *Leptocephalus brevirostris* ale batzuk zituen akuario batean. Zortzi bat zentimetro ziztuzten, hosto-itxura, eta gorputza erabat gardena; uretan alde batetik bestera zebiltzan begi-pareak baino ez ziren ikus-

ten ia. Baina, hainbat egunen buruan itxura aldatuz joan zitzaien, eta... angula bihurtu ziren! Arrain bitxi haiek aingiren larbak ziren!

Ongi ikasia zuen hori Johannes Schmidt biologo gazte danimarkarrak, 1904ko udaberrian, Feroe uharteetatik mendebaldera halako bat aurkitu zuenean. Baina harrituta gelditu zen: posible ote zen, Danimarkako erreketan bizi ziren aingirak, esaterako, hain urrun, Atlantikoaren erdian, jaiotzea?

Urtebete lehenago Carlsberg garagardo-fabrikaren jabearen alabarekin ezkondu zen Schmidt, eta, hain zuzen ere, garagardo-fabrikak finantzatzutako espedizio ozeanografikoetan parte hartzen ari zen. 1904tik aurrera, beste hainbat espedizio egingo zituen Schmidtek, aingiralarben atzetik. Eta ikusi zuen zenbat eta gehiago barneratu Atlantikoan, orduan eta txikiagoak zirela harrapatzen zituzten larbak. Azkenean, 18 urteren buruan, Sargazoen itsasoan bukatu zuen. Hantxe harrapatu zituen inoiz ikusi ziren aingira-larbarik txikienak.

Horrenbestez, ondorioztatu zuen aingirek inguru hartan erruten zutela. Hala ere, ezin izan zuen behatu ez aingiren ugalketa, ezta errutea ere. Oraindik ez du inork behatu.

“Arrain-espezieen artean ez da beste kasurik ezagutzen, non planetaren zirkunferentzia-laurden bat behar den bizi-zikloa betetzeko”, idatzi zuen Schmidtek 1923an. Ia 20 urtean bildutako datuekin ondorioztatu zuen Schmidtek Sargazoen Itsasoko 10 mm-ko larbek Golkoko itsaslasterrean zeharkatzen dutela Atlantikoa, eta ia hiru urte geroago iristen direla Europako kostetara, 75-90 mm-rekin, angula

bihurtu, eta erreketan gora egiteko. Eta, era berean, aingira helduek 5.000 km-tik gorako bidaia hori egiten dutela, berriz Sargazoen itsasora ugaltzera bueltatzeko.

Gerora jakin da aldaketa nabarmenak izaten dituela aingiraren gorputzak bidaia hori egiteko. Esaterako, begiak handitu egiten zaizkie, eta gorputzaren alboek zilar-kolorea hartzen dute (itsasoan

kamuflatzeko askoz egokiagoa). Gainera, itsasoan sartu orduko erabat atrofiatzen zaie digestio-aparatua, eta, ondorioz, ezin dira elikatu bidaia osoan. Bestalde, bidaian zehar garatzen dira sexu-organoak. Ez da harritzekoa, beraz, Freudek, aingiren testikuluak topatu ez izana. ●

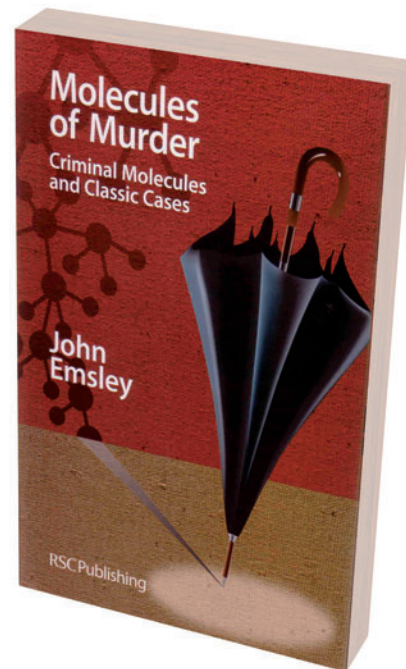
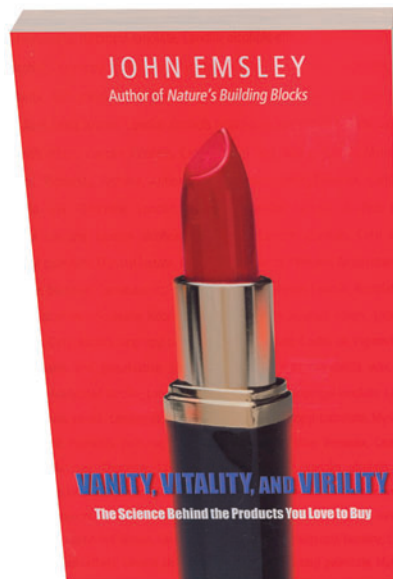


GUILLERMO ROA ZUBIA

Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

JOHN EMSLEY

eta gustura irakurtzen den kimika



John Emsley kimikaria eta dibulgazioko idazlea da, eta bi izaera horiek trebetasun handiz uztartzen ditu. Bere web-orrian egiten duen aurkezpenean, hasieratik uzten du argi: “I’m an author. I’m a chemist” esaten du (“Idazlea naiz. Kimikaria naiz”). Eta, dagoeneko, bi esparruak uztartuta, 15 liburu argitaratu ditu. Kritika oso onak izan ditu, neurri batean idazteko estiloari esker, eta, beste neurri batean, ibilbidearen hasieratik ekin diolako gertuko kimikari buruzko testuak idazteari. Eta gertuko kimika ez den kasuetan, interes handiko kimikari buruzkoak.

Molecules of Murder oso adibide adierazgarria da. Pozoinei buruzko liburua da. Haren hitzetan: “Liburu hau produktu kimiko oso arriskutsu batzuei buruzkoa da. Zoritxarrez, batzuek uste dute produktu kimiko guztiak direla arriskutsuak”. Emsley saiatzten da gauzak dagokien lekuan uzten. Pozoi ezagun batzuen historia eta eragina azaltzen ditu, hilketa ospetsu batzuk hari moduan hartuta. Esate baterako, errizinoari buruz hitz egiten du Georgi Markov idazle eta kazetari bulgariarraren kasuari lotuta; Markov-ek Bulgaria komunistatik ihes egin zuen, eta urte batzuk geroago Errusiako KGBk pozoitu egin zuen errizinoarekin. Diamorfinaz hitz egi-

teko, Harold Shipman hiltzailearen kasua erabiltzen du Emsleyk; Shipman Ingalaterrako mediku bat zen, eta susmatzen dute 200 pertsona baino gehiago hil zituela diamorfina erabiltzaile. Liburuan aipatzen den beste kasu bat da Alexander Litvinenko espioi errusiarraren hilketa, polonio-210 isotopoa erabiltzaile gauzatu zena. Duela urte gutxiko albisteak izan zen mundu osoko komunikabideetan.

John Emsleyren beste liburu aipagarri bat *Vanity, Vitality, and Virility* da. Gustura erosten diren produktuen kimikari buruzko liburua da. Izenburuarekin lotuta, besteak beste, ezpain-barraren historia kontatzen du (*Vanity*), elikagaien industrian erabiltzen diren gantzak aztertzen ditu (*Vitality*) eta Viagraren historia azaltzen du (*Virility*). Eta horiez guztiez gainera, erosten ditugun beste substantzia askori buruz hitz egiten du: desinfektatzaileak, depresioaren kontrako botikak, txikleak eta barruko arropa erotiko jangarriak dituzten “ezkutuko” polimeroak, asfaltoak eta beste produktu asko. Kontuan hartzeko modukoa da John Emsleyren lana. Kimika denontzat, eta ondo idatzita. ●

i

Molecules of Murder: Criminal Molecules and Classic Murders

John Emsley

Royal Society of Chemistry

242 x 160 mm

ISBN: 978-0854049653

Vanity, Vitality, and Virility

John Emsley

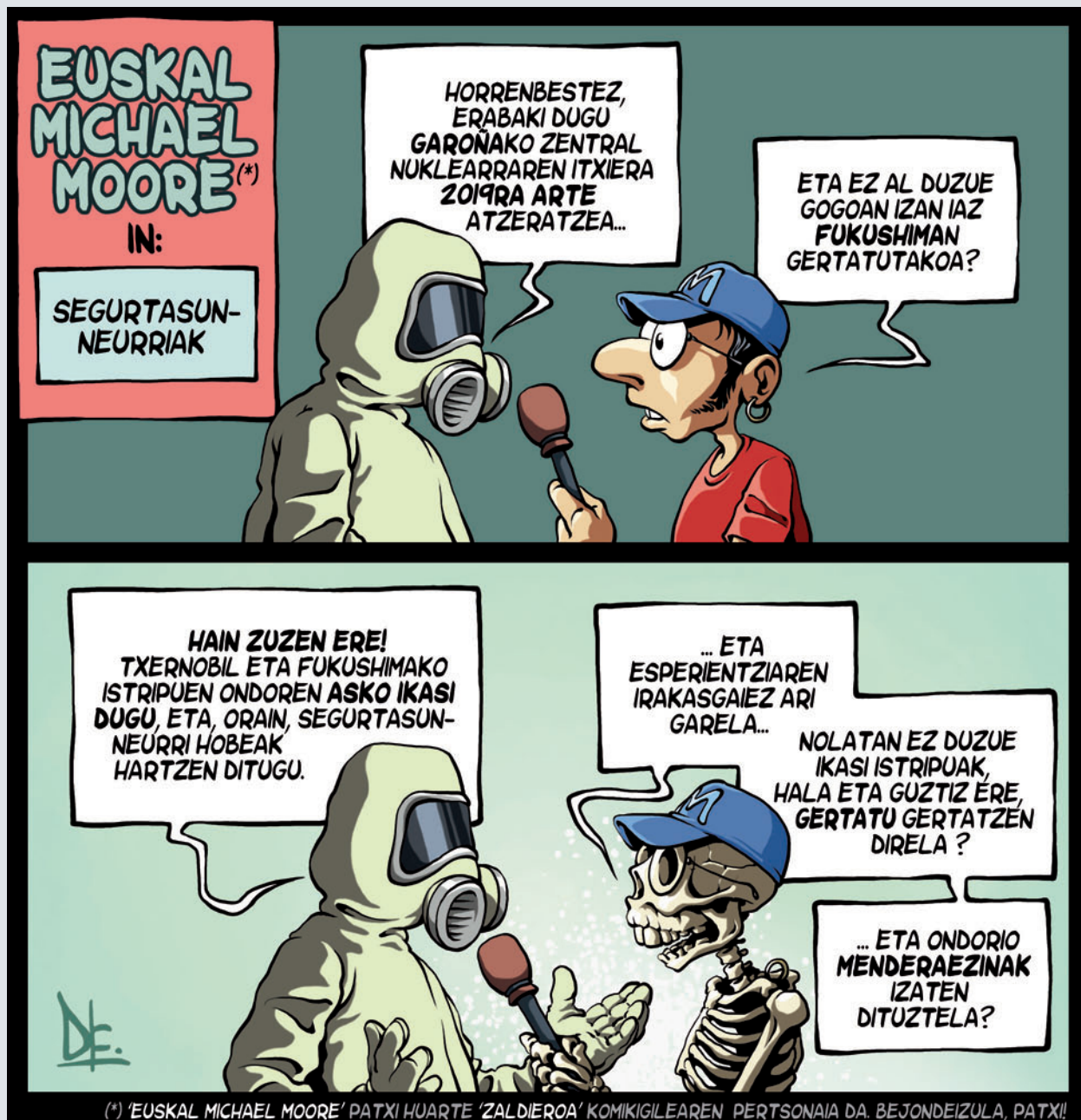
Oxford University Press

234 x 165 mm

ISBN: 978-0192805096

SATORRAK

dani fano ILARGIAN



Independentea Aurrerakoia Sakona
 Burujabea Euskararekin konprometitua
 Zorrotza eta kritikoa Irakurle fidelez osatutakoa
 Izen handiko sinaduren topagune
 Multimedia izaerakoa ...



Euskal Herriko eta munduko
aktualitatearen erakusle

Milaka irakurle dira
izaera honekin
bat egiten dutenak.

Ezagu gaitzazu. Jaso ezazu Euskal
Herriko astekaria
hilabetez doan!
harpide@argia.com

Milaka begi dira
zure iragarkia ikusiko dutenak.

Aukeratu ARGIA
zure irudia zabaltzeko.
publiz@argia.com



argia

© 943 37 15 45

Independentzia astero ikusten da



BEGIARI BEGIRA

MAIALEN SISTIAGA POVEDA

Biologoa

Genetika, Antropologia Fisikoa eta

Animalia Fisiologiako saila

Zientzia eta Teknologia Fakultatea, EHU

Begiaren eboluzioa ikerketa ugariaren oinarri izan da, taxoi ezberdinetan dagoen organo homologoaren eredu adierazgarria baita. Begiaren zenbait osagaik, esaterako, ikusmen-pigmentuek, aitzindari komuna dutela ematen duen arren, irudi konplexuak sortzeko gai diren begiak 50-100 aldiz sortu dira eboluzioan, behin eta berriz proteina eta gene berdinez baliatuz.

Charles Darwinek berak *Espezieen jatorria* (1882) liburuan aitortzen zuen zailtasun handiak zituela begiaren eboluzioa azaltzeko, eta kapitulu oso bat eskaini zion begiari *Teoriaren zailtasunak* izenburupean, zera esanez: “begia moduko organo konplexu bat hautespenez sortu izanak, benetan diot, izugarritzko erokeria dirudi”. Baina gero honela jarraitzen zuen: “Horregatik, baldin begi simple eta inperfektu batetik gaur egungo begi perfektu eta konplexua sortzeko adina aldaketa gertatu bazen, benetan gertatu izan diren bezala, eta aldaketa horien eramaileak ziren animaliei erabilgarriak suertatu bazi-tzaizkien bizitzaren ingurune aldakorren aurrean, orduan gure begi konplexu perfektuak hautespen naturalez sortu izanak, gure irudimena gainditzten badu ere, ez dirudi horren ideia iraultzailea”.

ZELULA FOTORREZEPTOREEN

JATORRIA METAZOOETAN

Zelula fotorrezeptoreak fototransdukzioa gauzatzeko gai diren erretinako nerbio-zelulak dira. Fotorrezeptoreak garrantzi biologiko handikoak dira, fotoiak xurgatuz, eta bidezidor biokimiko konplexu ugari eginda, jasotako seinale hori irudi bilaka daitekeelako burmuinean.

Bi hipotesi daude metazooetako zelula fotorrezeptoreen jatorria azaltzeko: lehenengoa desberdintzapenean oinarritzen da, eta bigarrena, sinbiosian. Lehen hipotesiaren arabera, metazooak flagelatu-kolonia batetik abiatuta sortu ziren, eta zelula guztiek hasieratik organulu fotorrezeptore bat zuten. Organulu fotorrezeptore horrek begi-orbain modura jarduten zuen, eta seinaleak

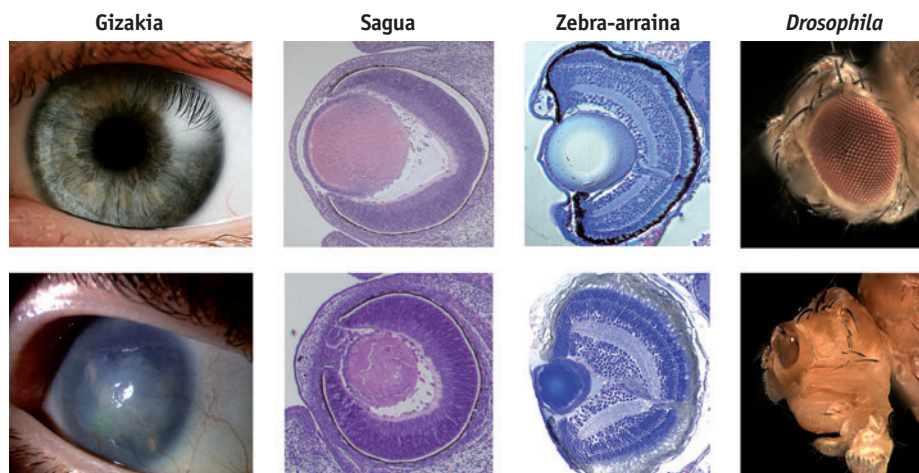


ARG.: ROYNEJAY/©ESKUBIDE BATZUK ERRESERBATUTA ① ② ③

flageloan zehar transmititzen zituen fototaxiaren aurreko erantzun gisa.

Sinbiosiaren hipotesiaren arabera, berriz, *Volvox* edo *Chlamydomonas* moduko flagelatu-tuetan dute jatorria; haietan, organulu foto-

sentikorra kloroplastoetan dago, eta horrek iradokitzen du argiaren pertzepzioa zianobakterioetatik aurrerako eboluzioan dagoela, eta gero kloroplasto modura integratu zela zelula eukariotoetan ere. Greuet-ek azaldu



Pax6 genearen mutazioen eragina. Goian mutaziorik gabe, eta, behean, mutata. ARG.: WASHINGTON ET AL., 2009.
DOI: 10.1371/JOURNAL.PBIO.1000247.G001.

zuen 1965ean hipotesi horren aldeko beste frog bat, *Erythropsis* eta *Warnovia* moduko dinoflagelatuak organulu fotorrezeptoreak deskribatzen, zeinak giza begia bezain garaturik baina zelula bakarraren barnean agregaturik baitaude; kornearen antzeko gainazal bat dute, lenteen antzeko egitura bat, erretinaren antzeko beste bat eta pigmentu-organuluak. Dinoflagelatuak koraleen, itsas anemonen eta beste knidario batzuen sinbionte arruntak direla-eta, agian argiari erantzuteko beharrezko geneak transferitu zituzten knidarioei; horrek esplikatu luke knidarioei begia bat-batean agertu izana.

Sinbionteen hipotesiaren arabera, argiarekiko sentikortasuna zianobakterioetan sortu zen lehendabizi. Zianobakterio horiek alga gorrien zelula eukariotikoek barneratu zituzten, kloroplasto primario modura. Gero, alga gorriak dinoflagelatuak sinbiosian egotera pasatu ziren, bigarren mailako kloroplasto gisa. Zenbait dinoflagelatu-espezietan, *Erythropsis* eta *Warnovia* kasurako, ez dira aurkitu bigarren mailako kloroplastoak, eta uste da horiek eboluzionatu egin zutela eta organulu fotorrezeptore eraginkor bihurtu, Greuet-ek iradoki bezala. Azkenik, eta dinoflagelatuak knidarioen sinbionte arruntak izanik, fotorrezeptoreen geneak helarazi zituzten haiei. Azken hori da ereduaren urrats zalantzazkoena, nahiz eta dinoflagelatu hainbat gene aurkitu den knidarioen genomatik txertaturik.

BEGIAREN GARAPENAREN ANALISIA

Animalietan, erraz detekta daitezke begiaren garapenean eragina duten mutazioak, eta *Drosophila* eulian gertatzen den *eyeless* (*ey*) mutazioa 1915ean aurkitu zuen lehen aldiz

Hoge ikertzaileak. Sagueta antzeko mutazio bat aurkitu zen, eta *small eye* izendatu, animalia heterozigotoek begiak oso murriztuta zituztelako; uteroan hiltzen ziren homozigotoen fetuek, aldiz, begiak falta zituzten, baina baita sudurra eta burmuineko zenbait zati ere (Hill et al., 1991).

Gizakian, oso antzeko fenotipoa sortzen du aniridia izeneko sindrome hereditarioak. *Small eye* eta *aniridia* geneak Walther-ek eta Gruss-ek (1991), eta Ton eta haren taldeak (1991) klonatu zituzten, hurrenez hurren, eta ikusi zuten biek izugarri kontserbatuta zegoen *Pax6* geneari erantzuten ziotela. Qui-

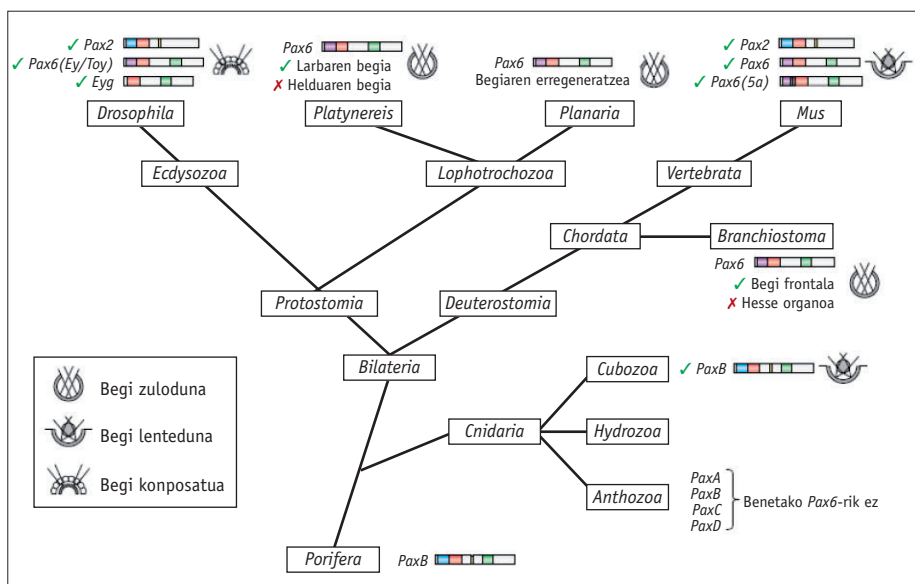
ring eta haren taldeak (1994) klonatu zuten *Drosophilaren Pax6* homologoa, eta harrituta ikusi zuten Hoge-ren *eyeless* (*ey*) genearen berdina zela. *Small eye*, *aniridia* eta *eyeless* gene homologoen mutazioak izateak iradokitzen zuen *Pax6* genea zela begiaren garapenean kontrol-gene nagusia ornodun zein ornogabeetan.

Hipotesi hori frogatzeko, WJ Gehring ikertzaileak *Pax6* genearen gainespresioaren mutazioa lortu zuen 1994an, *Pax6* genea espresatuko zuten begi-egitura ektopikoak sortuz. Haren kolaboratzaileetako bik, George Halder-ek eta Patrick Callaerts-ek, legamien gal14 transkripzio-faktorea erabili zuten *eyeless* cDNA begi-diskotik kanpoko egituretara bideratzeko.

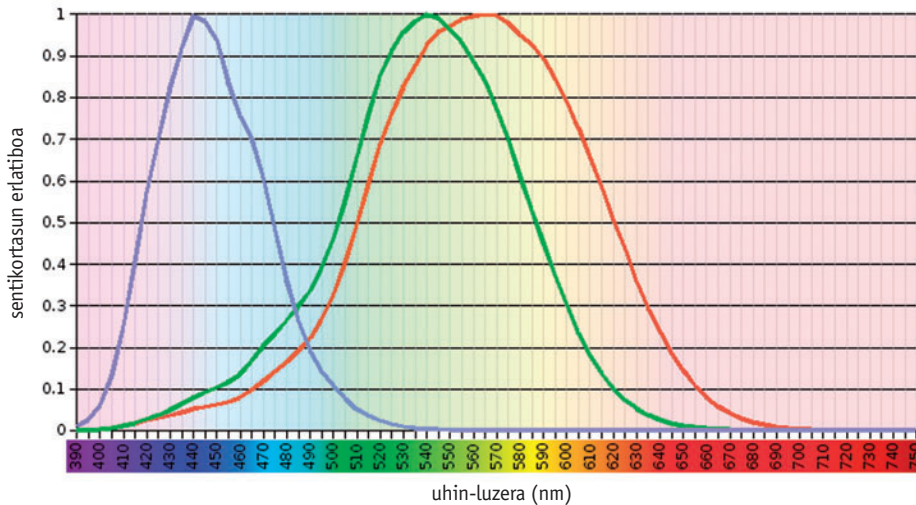
Bi kolaboratzaileok lortu zuten begi-egitura ektopikoak antena, hanka eta hegoetan sortzea. Geroago, erretinogramen bidez frogatu zen antenetan agertzen ziren begietako batzuk guztiz funtzionalak zirela (Halder et al., 1995). Era berean, saguaren *Pax6* genea *Drosophilan* txertatu eta han begi ektopikoak sortzeko gai zela ere behatu zuten (Gehring et al., 1994).

Esperimentu horiek frogatu zuten *Pax6* kontrol-gene nagusia zela, eta gene "pizgarri" horrek begiaren morfogenesiari hasiera eman diezaiokeela bai ugaztunetan bai intsektuetan.

Pax6-ren gene homologoak aztertutako animalia bilateral guztietan aurkitu izan



Begiaren garapenean ardurarekin erlazionatutako zenbait Pax proteina animalia-talde desberdinetan. Nabarmentzekoa da *Pax6* genearen banaketa zabala animalia bilateraletan, begien jatorri monofiletikoaren adierazle. IRUDIA: KOZMIK, 2005etik MOLDATUA.



Primateen S, M eta L ikusmen-pigmentuen xurgapen-espektroa (Surridge *et al.*, 2003).

dira, planarietatik gizakietara, *C. elegans* barne. Hainbat animaliarekin frogak egin dira, eta ikusi da guztien Pax6 genea begi ektopikoak indultzeko gai dela *Drosophila*an. Lege horretako salbuespen bakarra *Dugesia tigrina* planaria da, antzaz izugarri alden duena. Knidarioei dagokienez, soilik zenbait hidrozook dituzte begiak, eta ez da ezagutzen ea gainerako marmokek beren begiak galdu dituzten eboluzioan zehar edo ez dituzten inoiz izan.

KOLORETAKO IKUSMENA

Zenbait ikerketaren arabera, koloretako ikusmen-sistema antzinako kontua da, hasieratik baitzeuden <500 nm-ra argia xurgatzeko moldaturiko ikusmen-pigmentu bat (S deiturikoa) eta >500 nm-ra moldatutako beste bat (L) (Mollon, 1989). Errodopsinak, horiek bezain zaharra izango litzatekeen pigmentuak, xurgapen-ahalmen maximoa 500 nm inguruan du, eta ez du inolako eraginik koloretan ikusteko ahalmenean. Oro har, kolorea ikusteko beharrezko diren pigmentuak kono fotorrezeptoreetan daude, eta argiaren eraginpean soilik dira funtzionalak. Bestalde, errodopsina makil fotorrezeptoreetan dago, eta iluntasunean dihardu.

Gaur egungo ornodunek aldakortasun handia erakusten dute beren ikusmen-ahalmenean, hasi kono-moten dentsitate eta banaketa espazialek, konoen pigmentuetako absortzio maximoraino (Yokoyama, 1998). Mutur batean, ugaztun gehienek hiru pigmentu baino ez dituzte: bi kono-pigmentu aitzindariak eta errodopsina. Beste mutur ebolutiboan, oilaskoek sei pigmentu dituzte.

Ornodun zaharrenetan egindako ikerketen arabera (gaizkatetan, esate baterako), teleosteen eta amniotoen aitzindari komunak lau fotopigmentu-mota zituen, gaur egungo hegazti eta narrastiek bezala (Bowmaker, 1998). Hala ere, uste da ugaztun goiztiarren izaera gautarra zela-eta eboluzioan zehar bi fotopigmentu galdu zirela, eta gaur egungo ugaztun euterio gehienek soilik S eta L fotopigmentuak mantentzen dituzte, hau da, dikromatikoak dira.

Gizakiek eta haien primate hurbilene-koenek konplexutasun ertaineko eredu bat erakusten dute. Gizakiek lau ikusmen-pigmentu dituzte: S familiako kide bakarra (urdina), L familiako bi fotopigmentu (berdea edo LM deitutakoa, eta gorria edo LL) eta errodopsina.

Ikusmen trikromatikoa garrantzi handikoa da primateentzat, eta basoetan jana bilatzeko abantailarekin lotu izan da. Lan berriek trikromaziaren garrantzi ekologikoa frogatu dute, tximino bikromatikoek eta trikromatikoek basoan moldatzeko gaitasuna alderatuz. Primate guztietan, S fotopigmentua gene autosomiko batek kodetzen du; L fotopigmentua, aldiz, X kromosoman kodetarik dago. Mundu Zaharreko primate antropoideoetan eta tximino ulularietan, trikromazia L genearen duplikazioz sortu da, LM genea sortuz. Hala ere, Mundu Berriko primate gehienetan X kromosoman L familiako gene bakarra dago. Genea X-ri loturik dagoen heinean, eme heterozigotoak trikromatikoak dira, eta eme homozigotoak eta arrak, dikromatikoak (berde/gorriak) (Jacobs, 1998). ●

BIBLIOGRAFIA

- BOWMAKER, J.K.: "Evolution of colour vision in vertebrates", in *Eye*, 12 (1998), 541–547.
- DARWIN, C.: The origin of species by means of natural selection, 6. argit. Londres: John Murray, (1882), 143–146.
- GEHRING, W. J.: "New Perspectives on Eye Development and the Evolution of Eyes and Photoreceptors", in *Journal of Heredity*, 96 (2005), 171–184.
- GREUET, C.: Anatomie ultrastructurale des Ptéridiniens Warnowiidae en rapport avec la différenciation des organites cellulaires. PhD diss., Université de Nice, 1969.
- HALDER, G.; CALLAERTS, P.; GEHRING, W.J.: "Induction of ectopic eyes by targeted expression of the eyeless gene in *Drosophila*", in *Science*, 267 (1995), 1788–1792.
- HILL, R.E.; FAVOR, J.; HOGAN, B.L.; TON, C.C.; SAUNDERS, G.F.; HANSON, I.M.; PROSSER, J.; JORDAN, T.; HASTIE, N.D.; VAN HEYNINGEN, V.: "Mouse Small eye results from mutations in a paired-like homeobox-containing gene", in *Nature*, 354 (1991), 522–525.
- HOGUE, M.A.: "Another gene in the fourth chromosome of *Drosophila*", in *Am Nat*, 49 (1915), 47–49.
- JACOBS, G.H.: "A perspective on colour vision in platyrrhine monkeys", in *Vision Res.*, 38 (1998), 3307–3313.
- KOZMIK, Z.: "Pax genes in eye development and evolution", in *Cur Opin in Genet & Develop*, 15 (2005), 430–438.
- MOLLON, J.D.: "Tho? she kneeled in that place where they grew...? The uses and origins of primate colour vision", in *J. Exp. Biol.*, 146 (1989), 21–38.
- PALEY, W.: The Natural Theology 2. argit.; J. Vincent: Oxford, 1828.
- QUIRING, R.; WALLDORF, U.; KLOTER, U.; GEHRING, W.J.: "Homology of the *eyeless* gene of *Drosophila* to the Small eye gene in mice and Aniridia in humans", in *Science*, 265 (1994), 785–789.
- SURRIDGE, A.K.; OSORIO, D.; MUNDY, N.I.: "Evolution and selection of trichromatic vision in primates", in *TRENDS in Ecology and Evolution*, 18 (2003), 198–205.
- TON, C.C.; HIRVONEN, H.; MIWA, H.; WEIL, M.M.; MONAGHAN, P.; JORDAN, T.; VAN HEYNINGEN, V.; HASTIE, N.D.; MEIJERS-HEIJBOES, H.; DRECHALER M.; *et al.*: "Positional cloning and characterization of a paired box- and homeobox-containing gene from the aniridia region", in *Cell* 67 (1991), 1059–1074.
- WALTHER, C.; GRUSS, P.: "Pax6, a murine paired box gene, is expressed in the developing CNS", in *Development*, 113 (1991), 1435–1449.
- YOKOYAMA, S.; RADLWIMMER, F.B.: "The 'five-sites' rule and the evolution of red and green color vision in mammals" in *Molecular Biology and Evolution*, 15 (1998), 560–567.



Ilargiaren efemerideak

- 1** 19:22an, konjuntzio geozentrikoan Pleiadeekin 3,0°-ra.
- 2** 19:57an, beheranzko nodotik pasatuko da.
- 6** Gutxieneko librazioa longitudean ($l = -5,79^\circ$). Smyth itsasoa, ilargialdiaren hasieran ikusgai zegoena, erabat desagertu da ekialdeko linboaren atzean. Orain, Ilargi ia betearen ipar-eremuak ikus ditzakegu.
- 7** 21:55ean, Ilbetea.
- 10** Gehienezko librazioa latitudean ($b = 6,54^\circ$). 05:11n, konjuntzio geozentrikoan Marterekin, 9,0°-ra.
- 11** 18:15ean, perigeotik pasatuko da (Ilargiaren eta Lurraren arteko distantziarik txikiena): 367.928 km.
- 12** 21:09an, konjuntzio geozentrikoan Saturnorekin, 6,0°-ra.
- 14** 17:05ean, Ilbehera.
- 15** 20:17an, goranzko nodotik pasatuko da.
- 21** 22:36an, inauterietako Ilberria. Iaz, martxoaren 4an izan zen inauterietako Ilberria.
- 23** 00:35ean, konjuntzio geozentrikoan Merkuriorekin, 6,0°-ra.
- 24** 12:54an, konjuntzio geozentrikoan Uranorekin 5,7°-ra.
- 25** 18:59an, konjuntzio geozentrikoan Artizarrarekin 3,1°-ra.
- 27** 03:43an, konjuntzio geozentrikoan Jupiterrekin 3,7°-ra.
13:47an, apogeotik pasatuko da (Ilargiaren eta Lurraren arteko distantziarik handiena): 404.842 km.
- 28** Konjuntzio geozentrikoan Pleiadeekin. Hil honetan bigarren aldiz.
- 29** 22:32an, beheranzko nodotik pasatuko da.

otsaila 2012

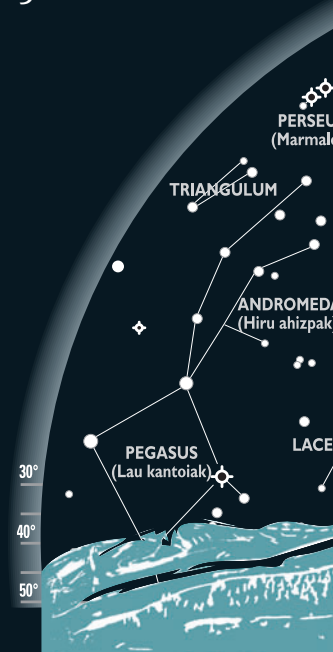
A	A	A	O	O	L	I
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29				

Beste efemeride batzuk

- 1** Asteazkena. Eguedian, 2.455.959. egun juliotarra hasiko da.
Egunak 9 ordu eta 46 minutuko iraupena du hilaren 1ean, eta 11 ordu eta 7 minutukoa hilaren 29an. Hileko azken egunean, lehenean baino 42 minutu lehenago aterako da Eguzkia, eta 39 minutu geroago ezkutatuko da.
Hilaren 11n, 12:00etan, denboraren ekuazioa urteko lehen maximo positibora iritsiko da: +14 min 13 s.
- 16** Ostegun Gizen. Inauterien hasiera. Ilargi-egutegi zahararen herentzia da. Inauterietan izan behar du Aste Santuaren aurreko bigarren Ilberriak. Aurten, otsailaren 21ean izango da Ilberri hori. Hausterre-asteazkenaren bezperan amaitzen dira inauteriak; aurten, hilaren 22an.
- 17** Eguzkia, itxuraz, Aquarius konstelazioan sartuko da (327,79°).
- 19** Astrologiaren arabera, Eguzkia Piscisen sartuko da (330°).
- 29** Urte bisustua denez, egun bat gehiago du otsailak. Gure egutegi gregoriarra bereziki antolatuta zuten urtearen batez besteko iraupena ahalik eta gehiena hurbil zedin Lurra Eguzkiaren inguruan egiten duen translazio-mugimenduaren iraupenera: 365,242190 egun.

Zerua

2012ko otsailaren 15eko
21:30ekoa



Mendebaldea

Planetak

Ikusgaiak

Goizez: Marte eta Saturno.
Arratsalde: Merkuriu (hilaren 20tik aurrera),
Artizarra eta Jupiter.
Gauetz: Marte, Jupiter eta Saturno.

Merkuriu

Hilaren 7an, goi-konjuntzioan izango da. Gero, arratsaldeko zeruan ikusi ahal izango da berriro, eta, hilaren 20tik aurrera, horizontearen arrasean, Eguzkia sartu eta berehala. Hilaren 29an, horizontetik 10° gora izango da. -1eko magnitudea izango du orduan, eta nahiko erraza izango da begi hutsez ikustea. 21 eta 24 h bitarteko igoera zuzena. -20 eta -01° bitarteko deklinazioa. Magnitudea -1,2tik -1,5era handituko zaio hilaren 18ra arte, eta -1,0raino jaitsiko zaio hilaren bukaeran.

Artizarra

Egunez egun, Lurrera hurbildu ahala, gero eta distira handiagoa izango du. Hilaren 1ean, -4ko magnitudea izango du, eta 29an, -4,2koa. Eguzkia baino hiru ordu eta erdi geroago sartuko da hilaren hasieran, eta lau ordu geroago

bukaeran. Eguzki-elongazioa gradu batzuk baino ez da handituko; baina, ekliptikak horizontearekin osatzen duen angelua handitzearen ondorioz, mendebaldeko horizontean 22°-raino egingo du gora arratsaldearen bukaeran. Distira ikusgarria du, eta, hori dela eta, gaueko lehen orduetako ikuskizuna da negu osoan. 23 h eta 1 h bitarteko igoera zuzena. -03° eta +10° bitarteko deklinazioa. Artizarraren magnitudeak gora egingo du pixka bat, -4,0tik -4,2ra.

Marte

Eguzkia sartu eta hiru ordu baino gehixeagora aterako da hilaren 1ean, eta Eguzkia sartu eta hamar minutu baino gutxiagora hilaren 29an. Oposizioaren aurreko asteak dira; beraz, parametro guztiak nola handitzen zaizkion ikusiko dugu: magnitudea -0,6tik -1,2ra aldatuko zaio. Hilaren erdian, bederatzi orduz baino gehiagoz behatu ahal izango zaio Marteri, eta 50° baino gehiagoko altitudetik igaroko da gure meridianotik. Teleskopioa erabiliz, haren bi satelite naturalak ikus daitezke: Fobos eta Deimos. 11 h-ko igoera zuzena. +06° eta

zenita



Iparralde

Ekialde

+10° bitarteko deklinazioa. Magnitudea -0,6tik -1,2ra aldatuko zaio.

Jupiter

Eguzkia baino zazpi ordu geroago sartuko da hilaren 1ean, eta bost ordu geroago hilaren 29an. Ilunabarraren amaieran, hegomendebaldeko horizontetik 50°-ra baino gorago izango da hilaren 1ean, eta 30°-ra hilaren bukaeran. 02 h-ko igoera zuzena. +11° eta +13° bitarteko deklinazioa. Ariesen izango da hil osoan. Magnitudeak behera egingo du pixka bat, -2,3tik -2,2ra.

Saturno

Eguzkia baino zazpi ordu eta erdi inguru lehenago aterako da hilaren 1ean, eta ia bederatzi ordu lehenago 29an. Hilaren 7an, egonkor egongo da, eta apirilaren 15eko oposizioa baino aste batzuk lehenago hasiko du mendebalderanzko eretrogradazioa. 0,4ko magnitudeko distira izatera iritsiko da, eta, teleskopioa erabiliz, ezin hobeto ikusi ahal izango dira haren eraztunak, zeinak +15,1°-tik +14,9°-ra igoerako baitira hilean zehar. 14 h-ko

igoera zuzena. -09°-ko deklinazioa. Magnitudeak behera egingo du pixka bat, 0,5etik 0,4ra.

Hilaren 3an, 12:08an, Titan elongaziorik handienean planetatik mendebaldera.

Hilaren 11n, 13:56an, Titan elongaziorik handienean planetatik ekialdera.

Hilaren 19an, 10:40an, Titan elongaziorik handienean planetatik mendebaldera.

Hilaren 27an, 12:15ean, Titan elongaziorik handienean planetatik ekialdera.

Urano

Arratsaldean ikusgai dagoen aldiaren amaiera dator, eta Artizarrarekin topo egiten duen unea izango da Europatik ikusteko azken aukeretakoa bat. 00 h-ko igoera zuzena. 0°-ko deklinazioa. 5,9ko magnitudea izango du.

Neptuno

Goi-konjuntzioan izango da hilaren 19an. Ezin izango zaio behatu maiatzera bitartean. 22 h-ko igoera zuzena. -12°-ko deklinazioa. 8,0ko magnitudeari eutsiko dio.

Behatzeko proposamena

Begi hutsez:

Hilaren 3an, 22:00etan, Perseuseko Algol izar aldakorren distira minimoa. Haren magnitudea 3,3ra hurbilduko da. Beste minimoak hilaren 6an, 9an, 12an, 14an, 17an, 20an, 23an, 26an eta 29an izango dira.

Hilaren 5ean, 14:00etan, Delta Cephei izar aldakorren distira maximoa; magnitudea 3,5etik 4,4ra aldatzen zaio 5,37 egunean behin. Hilaren 10ean, 16an, 21ean eta 27an izango dira beste maximoak.

Hilaren 6an, 10:00etan, Eta Aquilae zefeida-motako izar aldakorren distira maximoa; magnitudea 3,5etik 4,4ra aldatzen zaio 7,177 egunean behin. Hilaren 13an, 20an eta 27an izango dira beste maximoak.

Hilaren 10ean, Europan, Luraren Eguzkiarekiko orientazioa egokia da gaueko lehen orduetan mendebaldean argi zodiakala ikusteko. Kasu honetan, Piscis konstelazioa estaltzen du; han daude Artizarra eta Aries, eta han ikusten da Jupiterren distira.

Hilaren 23an, arratsaldearen bukaeran, Ilgora fin baten ondoan ikusi ahal izango da Merkurio. Mendebaldeko horizontearen arrasean.

Teleskopioarekin:

Hilabete osoan, Jupiter eta haren lau ilargi galileotarrak ikusi ahal izango dira: Io, Europa, Ganimedes eta Kalisto.

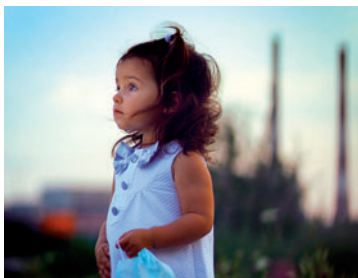
Marteren satelite naturalak ikus daitezke: Fobos, 12ko magnitudekoa, eta Deimos, 13ko magnitudekoa.

* Gehitu ordubete denbora ofiziala kalkulatzeko.

Heriotza



Zer da heriotza? Noiz jotzen da pertsona bat hiltzat? Zein dira heriotzaren seinaleak? Zein organo hiltzen da aurrena eta zeinek gordetzen du bere funtzioa luzaroago? Zer sentipen dituzte hilzorian egon eta bizitzara itzuli direnek? Zer azalpen ematen die zientziak sentipen horiei? Galdera horien erantzunak, hurrengo zenbakian.



Kutsadura ikusezina argitan

Haurek inguruan kantitate txikitik dituzten toxikoen eragina ikertzen dihardute INMA proiektuan. Gipuzkoako 550 familia daude proiektuan sartuta. Haurren eta haren ingurunekeo datuak erregistratzen dituzte, eta Espainiako beste hainbat taldetan jasotakoekin alderatu.

ARG: © ARTSIOM KIREYAU/123RF.



ELKARRIZKETA

Maite Louzao

albastrosen herrialdean

Ibarran jaioa, itsas zientziak ikasi zituen Vigon, eta, gero, ibilbide profesionalak itsas hegaztiak ikertzera eraman du. Azken lana Indiako Ozeanoko Kerguelen uhartean egin du; *Diomedea exulans* albatrosaren ugalketari egin dio segimendua, eta argitu du klima-aldaketak onura ekarri diola hegazti horri. ARG.: MAITE LOUAOK UTZITAKOA.

Argitaratzailea:

Elhuyar Fundazioa
Zelai Haundi, 3.
Osinalde industrialdea
20170 USURBIL (Gipuzkoa)
tel. 943 36 30 40
Faxa: 943 36 31 44
aldizkaria.elhuyar.org



Zuzendaria: Eider Carton, e.carton@elhuyar.com

Erredakzio-burua: Egoitz Etxebeste, e.etxebeste@elhuyar.com

Zientzia-arduraduna: Guillermo Roa, g.roa@elhuyar.com

Publizitate-arduraduna: Izaro Aizpurua, i.aizpurua@elhuyar.com

Hizkuntza-arduradunak: Sagrario Barandiaran, Saroi Jauregi, Alfontso Mujika.

Erredakzio-taldea: Egoitz Etxebeste, Ana Galarraga, Irati Kortabitarte, Oihane Lakar, Amaia Portugal, Guillermo Roa.

Zenbaki honetako kolaboratzaileak: Dani Fano, Inaki Irazabalbeitia, Igor Leturia, Josetxo Minguez (Aranzadi Zientzia Elkartea), Maialen Sistiaga.

Jatorrizko diseinua: BLANCO soluzio grafikoak

Azalaren diseinua: BLANCO soluzio grafikoak

Azaleko argazkia: © Designpics/123RF

Diseinua eta maketa: Virginia Larrarte

Inprimatzailea: mccgraphics Danona

Banatzzaileak: Distipress (Araba eta Nafarroa); Badiolan (Gipuzkoa); Simó (Bizkaia); Elkar.

Harpidetzak: Izaskun Etxebeste, harpidetza@elhuyar.com.

Paperean eta edizio digitala:

Euskal Herria eta Espainia: 49,50 €*. Beste herrialdeak: 74 €*.

*Bigarren urtetik aurrera % 15eko beherapena egingo dizugu harpidetza-sarian.

Edizio digitalaren harpidetza: 19 €. Ale digitala: 3,50 €.

© Elhuyar Fundazioa
Lege-gordailua: SS-769/85
ISSN: 213-3687

Elhuyar Fundazioak aldizkarian adierazitako esanen eta iritzien erantzukizunik ez du derrigor bere gain hartzen.

Aldizkariari diruz lagundu dioten erakundeak eta enpresak:



**EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO**

KULTURA SAILA

DOILAN TEGIA Koop. Elk.; LAGUN-ARO SERVICIOS Koop. Elk.;
ORONA Koop. Elk.; IRIZAR Koop. Elk.; IKERLAN Koop. Elk.;
MAIER Koop. Elk.



Android-erako
eta iPhone-rako



Elhuyar hiztegiak zure mugikorrean

Deskargatu **DOAN** demoak

www.elhuyar.org/hiztegiak-mugikorrean

mugikorrak@elhuyar.com





ELHUYAR
edizioak

ZIENTZIAK TXUNDITUKO ZAITU

EDPERIMENTATU, DAIATU, OHARTU...

Gazteentzako zientzia-esperimentu erakargarri, ikusgarri eta egingarrien bilduma

9-14 urte

Zz



ZIENTZIA GUZTIZ ARDURAGABEA!

*Totally
Irresponsible
Science*
liburuaren
euskarazko
itzulpena.

Egilea:
Sean Connolly



BIZI EZAZU ZIENTZIA-ABENTURA

Gazteentzako zientzia-narrazioko liburuak, zientziaren eta literaturaren arteko zubi

12-16 urte

ZzL



PLATONEN URMAELA. Lapurtutako giltzaren bila

Plato's Pond
liburuaren
euskarazko
itzulpena.

Egilea:
Fred Andrews



www.elhuyar.org/edizioak

